VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 185
PUBLICATIONS OF THE FINNISH STATE AGRICULTURAL RESEARCH BOARD No. 185

KALILANNOITUSTA KOSKEVIA TUTKIMUKSIA

SELOSTUS KIINTEILLÄ KOEKENTILLÄ VUOSINA 1932—59 SUORITETUISSA ERI KALIMÄÄRIEN KOKEISSA SAADUISTA TULOKSISTA

MARTTI SALONEN ja AARNE TAINIO

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS
TIKKURILA

SUMMARY

*INVESTIGATIONS ON POTASH FERTILIZATION
RESULTS OF FIELD TRIALS WITH DIFFERENT RATES OF POTASH
CARRIED OUT IN THE YEARS 1932—59*

COMMONWEALTH BUREAU
OF
PASTURES AND FIELD CROPS
LIB. REF.
REC'D 6 JUN 1961
Ab.
DATE
Ab. Article

HELSINKI 1961

VALTION MAATALOUSKOETOIMINNAN JULKAISUJA N:o 185
PUBLICATIONS OF THE FINNISH STATE AGRICULTURAL RESEARCH BOARD No. 185

KALILANNOITUSTA KOSKEVIA TUTKIMUKSIA

SELOSTUS KIINTEILLÄ KOEKENTILLÄ VUOSINA 1932—59 SUORITETUISSA ERI KALIMÄÄRIEN KOKEISSA SAADUISTA TULOKSISTA

MARTTI SALONEN ja AARNE TAINIO

MAATALOUDEN TUTKIMUSKESKUS
MAANVILJELYSKEMIAN JA -FYSIIKAN LAITOS
TIKKURILA

SUMMARY

INVESTIGATIONS ON POTASH FERTILIZATION RESULTS OF FIELD TRIALS WITH DIFFERENT RATES OF POTASH CARRIED OUT IN THE YEARS 1932—59

HELSINKI 1961

Helsinki 1961. Valtioneuvoston kirjapaino

Sisällys

Sivu

Johdanto 5

I. Koesuunnitelma ja tutkimusaineisto 7

II. Yksityisten kokeiden tulokset 9

1. Hietamaat 10
2. Multamaat 17
3. Turvemaat 22

III. Koetulosten tarkastelua 33

1. Eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset eri kasveilla ja eri maalajeilla .. 33
2. Kalilannoituksella saatujen sadonlisäysten riippuvaisuus maan kalipitoisuudesta ja eräistä muista tekijöistä 38
3. Kalilannoituksen vaikutus eri osissa maata 41
4. Jatketun kalilla lannoittamisen vaikutus 41
5. Satotaso ja kalilannoituksen vaikutus eri aikoina 43
6. Kalilannoituksen vaikutus nurmien tuotantokykyisinä säilymiseen 45
7. Kalilannoitus ja nurmien kasvilajikokoomus 47
8. Lannoitus ja satotuotteiden kasvinravinnepitoisuus 49
9. Kalilannoituksen vaikutus maa-analyysissa saataviin arvoihin 53

Tiivistelmä 55

Kirjallisuutta 57

Summary 58

Saapunut 29. 11. 1960.

This Publication can be obtained from the Library of the Agricultural Research Centre, Tikkurila, Finland.

Johdanto

Lannoitus- ja kalkitusaineiden käyttöä koskevan perustietämyksen tärkeänä osana on pidettävä tietoa siitä, minkälaisia satotuloksia on odotettavissa eri määrillä kutakin ainetta. Aineiston hankkiminen näiden seikkojen selvittämiseksi on alusta pitäen kuulunut maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksen tutkimussuunnitelmiin ja kiinteiden koekenttien koeohjelmiin. Tällainen työ muodostuu asioiden luonteen vuoksi aikaavieväksi, sillä todistusvoimainen voi olla vain aineisto, johon sisältyy tuloksia useilta vuosilta, ja yleensä on sitä parempi, mitä laajempi aineisto on. Tärkeitä lannoituksessa kysymykseen tulevia aineita on useita, eikä ole ollut mahdollista saada niistä kaikista yhtaikaa käyntiin kokeita. Siten on tässä selvittelyssä mahdollisuuksien mukaan koetettu noudattaa jonkinlaista tärkeys- ja kiireellisyysjärjestystä. Niinpä on ensimmäiseksi saatettu julkisuuteen kalkitusta koskeva tutkimus (Tuorila, Tainio ja Teräsvuori 1939). Sen jälkeen on valmistunut fosforilannoitusta koskeva tutkimus (Salonen ja Tainio 1957). Nyt on vuorossa kalilannoitusta koskevien kokeiden selostus. Viimeiseksi jää tässä sarjassa typpilannoitus, mutta niinpä käytännön viljelyksessäkin on ensimmäiseksi saatettava maan kalkkitila kuntoon ja pidettävä huolta siitä, että fosfori- ja kalilannoitus on riittävä ja tarkoituksenmukainen, jolloin vasta runsaalle typpilannoituksen käytölle on edellytykset olemassa.

Maalajien luontaisessa kalipitoisuudessa ja siten kalilannoituksen tarpeessa on tunnetusti hyvin suuria eroja. Karkearakeiset kivennäismaat ja varsinkin multa- ja turvemaat sisältävät luonnostaan paljon vähemmän kalia kuin savimaat. Siten kysymys kalilannoituksesta on hyvin eriluonteinen toisaalta savimailla ja toisaalta muilla maalajeilla. Savimailla on kysymys siitä, tarvitaanko yleensä kalilannoitusta ja kuinka pitkälle maan kalivarat riittävät, kun taas muilla maalajeilla on selvää, että kalilannoitusta tarvitaan, mutta mikä on sopivin määrä, kaipaa selvittelyjä. Siten näiden erilaatuisten kysymysten selvittämiseen tarvitaan myös erilaisia kokeita. Savimailla on pantu käyntiin erityisiä kalin »ryöstö»kokeita, joissa on tarkoitus saada selvitystä maan luontaisen kalin riittävyydestä. Nämä kokeet, jotka pantiin alkuun 50-luvun alussa, eivät vielä ole olleet tarpeeksi kauan

käynnissä vastatakseen asetettuihin kysymyksiin. Sen sijaan 30-luvun alussa hieta-, multa- ja turvemailla käyntiin pannun eri kalimäärien kokeiden sarjan voi katsoa jatkuneen jo riittävän kauan. Siten tämä tutkimus rajoittuu käsittelemään hieta-, multa- ja turvemaiden kalilannoituskysymyksiä.

I. Koesuunnitelma ja tutkimusaineisto

Kaikki tähän selostukseen otetut kenttäkokeet on suoritettu kiinteillä koekentillä yhtenäisen koesuunnitelman mukaan. Koekaava on:

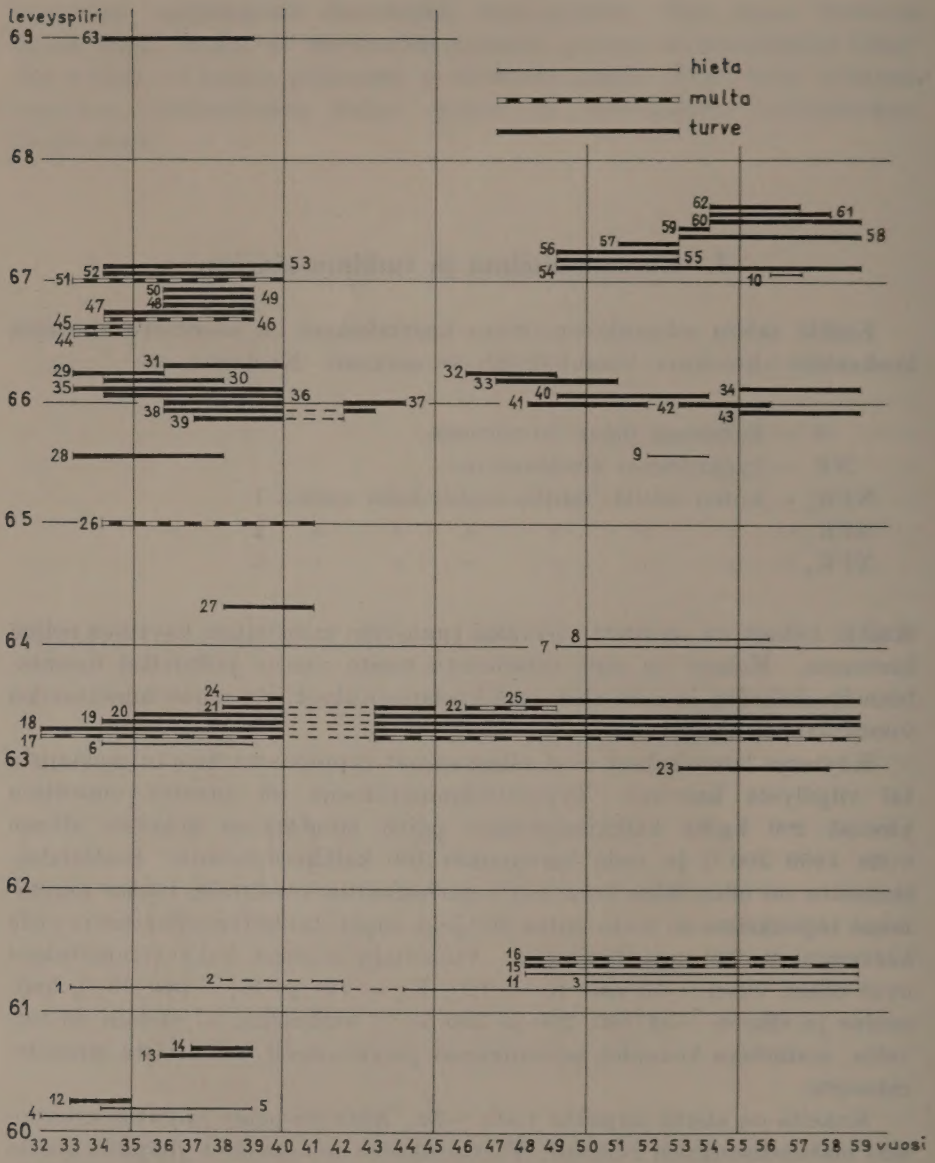
0 = kokonaan ilman lannoitusta
NP = typpi-fosfori aluslannoitus
NPK_1 = kuten edellä, mutta lisäksi kalia määrä 1
NPK_2 = » » » » » » 2
NPK_3 = » » » » » » 3

Kaikki kokeet on suoritettu hyväksi tunnetuin menetelmin käyttäen neljää kertausta. Kokeet on aina tarkoitettu useita vuosia jatkuviksi uusintalannoituskokeiksi ja sekä alus- että koelannoitukset joka vuosi annettaviksi vuotuislannoituksiksi.

Käytetyt lannoitukset ovat olleet samat riippumatta kentän maalajista tai viljellystä kasvista. Typpialuslannoituksena on annettu vuosittain yleensä 200 kg/ha kalkkisalpietaria paitsi muutamissa kokeissa alkaen v:sta 1956 300 [1]) ja vielä harvemmin 100 kalkkisalpietaria. Fosforialuslannoitus on ollut lähes aina 400 superfosfaattia vuosittain, mutta muutamissa tapauksissa on voitu antaa 300 joko super- tai kotkafosfaattia ja vielä harvemmissa 200 superfosfaattia. Vuosittain annetut kalikoelannoitukset ovat olleet v:een —53 asti $K_1 = 120$, $K_2 = 240$ ja $K_3 = 360$ 40 % kalisuolaa ja alkaen —54 100, 200 ja 300 50 % kalisuolaa. — Milloin on tarvetta, mainitaan kokeiden selostuksessa poikkeamiset mainituista lannoitemääristä.

Kokeita on alettu järjestää v:sta —32. Niitä on pantu käyntiin eri vuosina mahdollisuuksien mukaan. Tarkoituksena on aina ollut ylläpitää koetta mahdollisimman pitkään, mutta vain muutama harva on voinut jatkua näihin asti. Useimmat on syystä tai toisesta lopetettu aikaisemmin. Tähän selostukseen on pyritty ottamaan mukaan mahdollisimman monta koetta riippumatta siitä, minkälainen on ollut kalilannoituksen vaikutus. Hylätty

[1]) Milloin ei ole väärinkäsityksen vaaraa, voidaan seuraavassa jättää pois ilmaisu kg/ha.



Piirros 1. Koekenttien sijainti pohjois-etelä suunnassa (leveyspiirit, ordinaatta), kokeiden käynnissä olon ajat (vuosiluvut, abskissa) ja kenttien maalajit; ohut viiva hietamaa, leveä katkoviiva multamaa, leveä yhtenäinen viiva turvemaa. Kokeen juokseva numero on merkitty kunkin viivan kohdalle.

Fig. 1. Latitude of trial fields (ordinate), years of the trials (abscissa), and soil types of the trial fields. Thin line: fine sand soil; dotted line: humus soil; thick continuous line: peat soil. The number of the trial is indicated in each line.

on vain sellaiset syystä tai toisesta pilalle menneet kokeet, joiden tuloksia ei voida pitää luotettavina. Piirroksessa 1 on esitetty katsaus mukaan otettuihin kokeisiin. Siitä nähdään kunkin kokeen sijainti pohjois—etelä-suunnassa (itä—länsisuuntaa ei ole saatu esille, mutta sillä olisikin vain pieni merkitys), kokeen käynnissäoloaika (katkoviivalla on merkitty ajat, joilta ei satoja ole punnittu) ja koekentän maalaji. — Kuten voi todeta, koekentistä on suurin osa turvemaita ja kokeita on ollut eniten käynnissä 30-luvun lopulla, mutta myös 50-luvulla on niitä ollut verraten monta.

Koekentistä on kokeen alkaessa otettu maanäyte, ns. yleisnäyte, joka edustaa koko koekenttää, ja useissa tapauksissa koekauden lopulla eri ruuduista uudet näytteet. Valitettavasti muutama maanäyte on joutunut hukkaan. Kivennäis- ja multamaista on tehty humusmääritys (Barkoff 1954), joka on saanut ratkaista, onko maa luettava kivennäis- vai multamaaksi. Turvemaista on tehty hehkutuskevennys. Kivennäismaista on tehty yksinkertainen lieteanalyysi maalajien toteamiseksi (Juusela ja Wäre 1956, s. 24). Kaikista on tehty ns. viljavuusanalyysi (Vuorinen 1952) ja määritetty pH-luku sekä vesi- että suola-(1 n. KCl)lietoksesta.

Näillä eri kalimäärien kokeiden kentillä on koekasveina ollut ainoastaan nurmi ja korsiviljat. Kaikkiaan 63 kentästä on yhteensä 427 koesatoa, joista nurmisatoja on 323 = 76 % ja korsiviljasatoja 104 = 24 %. Siten koekasvina on ollut nurmi useammin kuin keskimäärin meikäläisessä viljelyksessä. Asiaan on vaikuttanut sekä kenttien pohjoinen sijainti että turvemaan yleisyys koekentillä, vrt. piirros 1.

Tutkimussuunnitelmaan on kuulunut paitsi satomäärien myös satojen laadun selvitys. Nurmien sadoista on tehty kasvilajianalyysejä sekä kaikkien kasvien sadoista tärkeimpien kasvinravinteiden määrityksiä. Valitettavasti näitä määrityksiä on voitu tehdä vain osasta koesatoja. Menettelytavat analyyseissä ovat olleet samat kuin maanviljelyskemian ja -fysiikan laitoksella aikaisemminkin käytetyt (Salonen ja Tainio 1956, s. 43).

Numeroaineistojen käsittelyssä on noudatettu tavanomaisia menettelytapoja (Bonnier ja Tedin 1940). Suurimman osan aineiston tilastollisesta käsittelystä on suorittanut agr. Hilkka Tähtinen.

II. Yksityisten kokeiden tulokset

Kuten piirroksesta 1 nähdään, on tutkimusaineistona olevia kenttäkokeita käynnissäolon ajan puolesta hyvin erilaisia. Lähes 30 vuotta jatkuneiden kokeiden ohella on myös vain muutaman vuoden kestäneitä kokeita. Yksityisten kokeiden tarkastelussa menetellään siten, että kaikista annetaan taulukoissa suppeat tiedot, mutta kauimmin jatkuneista ja siten kiintoisimmista kokeista annetaan lisäksi vielä yksityiskohtaisempia tietoja.

Tässä selostuksessa esitetään sadot useimmissa tapauksissa rehuyksiköiksi laskettuina, jotta esim. eri kasvilajien vertailu olisi helpompaa ja voitaisiin laskea keskiarvoja erilaisista sadoista. Menettely on paikallaan sitäkin enemmän, kun on kysymys pääasiassa rehunviljelystä. Muuntokertoimet ovat olleet tavanomaiset:

1 ry = 1.0 kg ohraa, vehnää tai ruista
1.2 » kauraa
2.5 » heinää
3.7 » ohran olkia
4.0 » kauran »
5.0 » vehnän tai rukiin olkia

Yksityisten kokeiden tulokset ilmoitetaan vuotuisina keskiarvoina. Taulukoissa on aina mainittu, kuinka monen vuoden keskiarvo on kysymyksessä, vieläpä sekin, minä vuosina ao. kasvi on ollut koekasvina.

Satoluvut esitetään näissä taulukoissa vain koejäseniltä 0 (= ilman lannoitusta) ja NP (= typpi-fosforialuslannoitus), muista esitetään koelannoituksella saatu, yli NP-koejäsenen saatu sadonlisäys, minkä vuoksi sarakkeiden merkkeinä on käytetty K_1, K_2 ja K_3.

Taulukkoihin on merkitty myös kunkin tuloksen tilastollinen merkitsevyys, joka taulukon oikeassa laidassa on ilmaistu pienimpänä merkitsevänä erona, $P_{0.05}$. Useissa tapauksissa on tilastollinen merkitsevyys ollut korkeampi, $P_{0.01}$ tai jopa $P_{0.001}$ vastaava, mutta tilan säästämiseksi ja esityksen keventämiseksi on tyydytty vain yhden merkitsevyyttä ilmaisevan luvun esittämiseen.

Ryhmien keskiarvot taulukoissa ovat aina ns. painollisia, jolloin kukin koe vaikuttaa keskiarvoon koko vuosiensa painolla.

1. Hietamaat

Taulukossa 1 esitetään suppeasti tiedot hietamaan koekenttien ominaisuuksista. Koekenttä 11 poikkeaa muista huomattavasti hyvin korkean kalkkimäärän ja pH-arvon puolesta. Maa on entistä urpamaata, joka oli ennen kokeen perustamista kalkittu hyvin runsaalla määrällä sulfaattiselluloosatehtaan jätekalkkia eli ns. meesaa. Muuten koemaat edustavat kohtalaisen hyvin meikäläisiä hietamaita. Kalipitoisuus on viljavuusanalyysin mukaan pieni, paitsi kentissä 2 ja 10 tyydyttävän tienoilla.

Taulukossa 2 esitetään keskiarvoja kivennäismaan kokeissa viljeltyjen eri kasvilajien sadoista ja taulukossa 3 keskimääriä kaikista kasveista, jolloin myös korsiviljojen olkisadot on laskettu mukaan. Tällainen menettely

Taulukko 1. Analyysitietoja hietamaan kokeiden maasta

N:o	Paikkakunta	Lieteanal. muk. %			Humus %	pH		Viljavuusarvot		
		savea	hiesua	kark.		ved.	suol.	kalkki tn/ha $CaCO_3$	fosf. kg/ha sf	kali kg/ha 40 %:n kalis.
1	Hartola, I-Hämeen koetila, hiue	22	25	53	13.7	4.5	3.8	2.3	140	740
2	Hartola, I-Hämeen koetila, hiue	20	23	57	7.5	5.3	4.2	3.6	250	1 200
3	Hartola, I-Hämeen koetila, hieta	18	7	75	7.9	6.2	5.5	6.8	60	230
4	Uusikirkko, V. Logunoff, hiue	20	43	37	6.7	5.3	4.4	3.3	160	530
5	Uusikirkko, Halila, hieta	19	29	52	6.4	5.3	4.6	7.8	430	500
6	Pihtipudas, K. Lyytinen, hieta	20	30	50	4.6	5.2	4.5	4.0	190	750
7	Himanka, O. Tilus, hieta	21	21	58	10.3	5.6	4.6	4.6	120	400
8	» M. Tilus, hiue	20	36	44	7.5	5.2	4.6	4.8	100	280
9	Karunki, M. Niva, hieta	19	11	70	11.2	6.2	4.8	7.6	120	330
10	Sodankylä, E. Mattila, hieta	17	8	75	4.7	5.3	4.5	2.7	210	1 680
11	Nakkila, S. Aromäki, hiue	25	39	36	8.5	7.5	7.2	58.6	90	600

on ollut tarpeen sen vuoksi, että on tapauksia, jolloin korsiviljan sato on joko korjattu vihantana tai sitä ei ole syystä tai toisesta puitu. Siten esim. satovuosien lukumäärä on taulukossa 3 suurempi kuin taulukossa 2.

Hietamaiden kokeista on koe 1 Itä-Hämeen koetilalla Hartolassa ollut käynnissä niin kauan, että sen tuloksia on paikallaan tarkastella yksityiskohtaisesti. Taulukon 1 tietojen mukaan kenttä on kalkkiköyhää ja hapanta, mutta humusrikasta ns. hiuemaata, jossa fosforia ja kalia on niukasti.

Taulukoista 2 ja 3 nähdään kokeessa saadut keskimääräiset sadot. NP-lannoituksella saatu satotaso on lähellä kaikkien kivennäismaiden keskiarvoja nurmen kohdalla, mutta jää selvästi alapuolelle korsiviljojen ja niistä erityisesti ohran kohdalla. Kalin vaikutus, K_1, on näiden taulukoiden mukaan hyvin lähellä kaikkien kivennäismaiden keskiarvoja nurmien ja kevätvehnän kohdalla, mutta on joko aivan mitätön tai peräti negatiivinen kauran ja ohran kohdalla. Huomiota herättää, että suurempien kalimäärien vaikutukset K_2 ja K_3 ovat kaikkialla alemmat kuin pienimmän kalimäärän vaikutus K_1.

Piirroksessa 2 esitetään käyrinä kokeen eri koejäseniltä saadut sadot koko koeajalta. Näkyy, että kokeen alkupuolella satotaso on ollut hyvänpuoleinen ja kalin vaikutus vähäinen. Sitten 40-luvulla, mahdollisesti epäsuotuisien sääolojen vuoksi, sadot ovat pienempiä. V. —49 on annettu koko kentälle kalkitus, 4 tn/ha kalkkikivijauhetta. Näyttäisi, että kalkki on parantanut satoja kokonaan lannoittamattomalla, mutta tuskin muualla.

Taulukko 2. Hietamaan kokeissa keskimäärin saadut eri kasvilajien sadot 0- ja NP-koejäsenillä ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset ry/ha

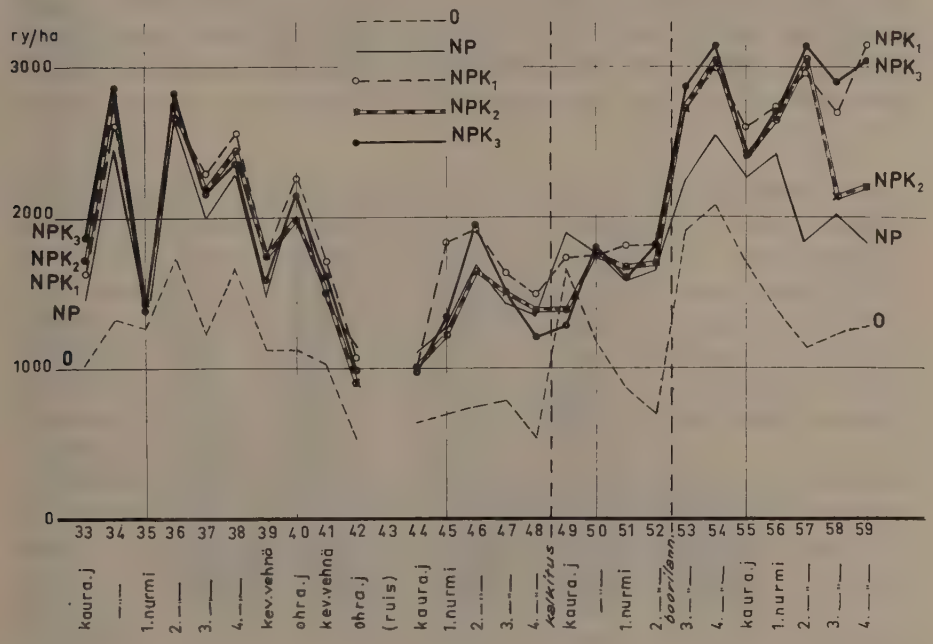
Nro	Viedet	Koesatojen lukum.	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
			0	NP	K_1	K_2	K_3	
	Nurmet, heinäsadot							
1	35—38, 45—48, 51—54, 56—59 ..	16	1 199	1 884	347	220	297	153
2	41—42	2	970	1 615	—175	—175	— 90	279
3	51—55, 58—59	7	1 910	2 417	346	367	303	206
4	32—34, —37	4	995	1 450	473	590	588	253
5	35—38	4	1 153	1 258	720	1 035	1 145	134
6	34—35, 37—39	5	1 836	2 458	— 72	— 26	— 30	192
7	50—53, 56—57	6	850	1 302	540	841	725	323
8	52—55	4	1 505	1 873	122	77	147	149
9	53—54	2	1 830	1 990	365	600	565	492
10	57	1	640	1 180	80	340	160	
11	49—51, 55—57	6	2 032	3 132	128	73	76	136
	Nurmien sadot kesk.	57	1 411	1 895	305	343	357	
	Kaura, jyväsadot							
1	33, 34, 44, 49, 50, 55	6	1 253	1 828	57	17	37	317
3	50, 56	2	715	1 010	80	120	115	261
4	35	1	730	930	650	640	670	
5	34, 39	2	1 830	1 895	520	560	520	(628)
7	54	1	650	1 130	270	40	—110	
8	50	1	1 420	1 900	250	—100	180	
11	53, 54, 58, 59	4	2 735	2 995	130	205	100	(342)
	Kauran jyväsadot kesk.	17	1 550	1 925	190	212	198	
	Ohra, jyväsadot							
1	40, 42	2	820	1 660	0	—220	—100	473
2	38	1	1 900	2 260	200	140	120	
8	51, 56	2	1 855	2 490	—140	—170	—145	(481)
	Ohran jyväsadot kesk.	5	1 450	2 112	— 16	—128	— 74	
	Kevätvehnä, jyväsadot							
1	39, 41	2	1 070	1 450	270	170	140	199
3	57	1	1 580	1 580	360	320	180	
4	36	1	1 160	1 320	720	640	620	
6	36	1	1 700	1 660	— 80	—120	—120	
7	49	1	820	1 540	380	240	20	
11	52	1	1 920	2 040	120	280	440	
	Kevätvehnän jyväsadot kesk.	7	1 331	1 577	291	243	203	

Aivan eri tasolle nousevat sadot —53 annetun boorilannoituksen, 10 kg/ha lannoiteboraattia, jälkeen. Näyttäisi myös siltä, että boorin antamisen jälkeen kalilannoituksenkin vaikutus tulisi selvemmin näkyviin.

Kun vuosittaisissa sadoissa luonnollisista syistä on melkoista säännötöntä vaihtelua, on niiden perusteella vaikeaa muodostaa käsitystä erilaisten lannoitusten vaikutuksista. Useamman vuoden keskiarvoissa sen sijaan vuotuistulosten vaihtelut ainakin osittain tasoittuvat. Taulukossa 4

Taulukko 3. Hietamaan kokeissa keskimäärin saadut sadot 0- ja NP-koejäsenillä ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset ry/ha, kaikki kasvit, olkisadot mukana

N:o	Paikkakunta	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys		
			0	NP	K_1	K_2	K_3
1	Hartola	26	1 403	2 160	276	148	220
2	»	3	1 460	2 047	—37	—60	—10
3	»	10	1 870	2 310	315	336	275
4	Uusikirkko	6	1 087	1 457	630	710	706
5	»	6	1 572	1 675	713	948	1 000
6	Pihtipudas	6	1 907	2 410	—72	7	— 2
7	Himanka	8	919	1 481	490	688	545
8	»	7	1 844	2 396	70	—27	78
9	Karunki	3	1 903	2 180	230	457	430
10	Sodankylä	2	890	1 615	100	200	120
11	Nakkila	12	2 931	3 137	174	195	150
	Sadot keskimäärin	89	1 684	2 188	283	297	302



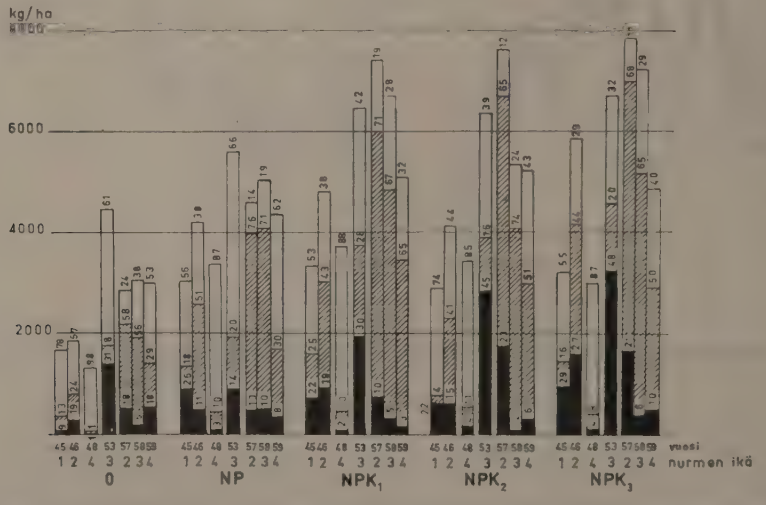
Piirros 2. Koe 1, Hartola, Itä-Hämeen koetila. Maa humusrikasta hietaa. Eri koejäseniltä eri aikoina saadut sadot ry/ha. Kalkitus, 4 tn/ha kalkkik. jauh. —49, boorilannoitus 10 kg/ha —53.

Fig. 2. Trial 1, humus-rich fine sand soil. Yields from the various treatments in food units, f.u. (ry), per hectare in different years (indicated in the lower part of the figure). The entire field was limed in 1949 (4 tons/ha); borax was applied in 1953 (10 kg/ha). Results from 1943 are lacking. Explanations: kaura = oats, kev.-vehnä = wheat, ohra = barley, nurmi = ley, 1. = 1st, 2. = 2nd year ley, etc.

Taulukko 4. Eri nurmikausien keskim. sadot kokeessa 1, ry/ha

	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
		0	NP	K_1	K_2	K_3	
Nurmikausi 35—38	4	1 468	2 075	168	123	105	283
» 45—48	4	685	1 430	288	0	70	206
» 51—54	4	1 393	2 003	330	275	347	204
» 56—59	4	1 253	2 028	605	482	667	437
Kaikki nurmet	16	1 199	1 884	347	220	297	153
Nurmet 51—52	2	775	1 610	200	70	90	475
» 53—54	2	2 010	2 395	460	480	605	
Boorin vaikutus		1 235	785	260	410	515	

esitetään keskiarvoja nurmien sadoista. Siinä on keskiarvot kaikilta neljältä nurmijaksolta, jotka sisältyvät koko koekauteen. Merkille pantavaa on, että typpi-fosforialuslannoituksella saadut sadot ovat samat kokeen alussa ja lopussa. Siten kalilannoituksen ajan mittaan paraneva vaikutus ei voi johtua siitä, että vertailukohde (= aluslannoituksella saatu sato) laskee. Huomiota herättää, että nurmikautena 45—48, jolloin aluslannoituksella saatu sato oli huonoin, myös kalin antama sadonlisäys on hyvin pieni.



Piirros 3. Koe 1, heinäsadot kg/ha (pylväiden koko korkeus) sekä satojen kasvilajikokoonpano kg (erilaiset varjostukset, musta = apila, viivoitettu = timotei, valkea = luonnonvar. kasv.) ja % (ilm. numeroin ao. kohdissa).

Fig. 3. Trial 1. Hay yields, kg/ha (entire column). Botanical composition is shown in kg by various shadings (black = clover, lined = timothy, white = wild plants) and as % by the numerical figure in the column. The year, the age of ley, and the fertilization treatment are indicated below.

Taulukko 5. Kasvilajianalyysien tuloksia kokeen 1 nurmisadoista

	kg/ha/v					% koko sadosta				
	Sato		Sadonlisäys			%		lisäys		
	0	NP	K_1	K_2	K_3	0	NP	K_1	K_2	K_3
Keskim. kaikki analyysit, 7 v:lta										
Apilaa	447	491	208	429	678	17.2	11.4	1.6	6.9	10.2
Timoteita	754	1 791	802	322	606	29.0	41.5	6.9	0.7	2.9
Luonnonvar. kasv.	1 401	2 031	37	— 53	—197	53.8	47.1	— 8.5	— 7.6	—13.1
Yhteensä	2 602	4 313	1 047	698	1 087					
Keskim. ennen boorilannoitusta, 3 v:lta										
Apilaa	170	450	123	17	340	10.5	12.7	1.8	0.6	8.6
Timoteita	227	1 010	80	—277	— 30	14.1	28.6	— 1.0	— 7.7	— 2.1
Luonnonvar. kasv.	1 217	2 073	210	234	—143	75.4	58.7	— 0.8	7.1	— 6.5
Yhteensä	1 614	3 533	413	— 26	167					
Keskim. boorilannoituksen jälkeen, 4 v:lta										
Apilaa	655	522	270	738	931	19.6	10.7	1.6	9.8	11.1
Timoteita	1 150	2 378	1 342	770	1 082	34.4	48.5	9.5	2.8	3.3
Luonnonvar. kasv.	1 540	2 000	—92	—268	—238	46.0	40.8	—11.1	—12.6	—14.4
Yhteensä	3 345	4 900	1 520	1 240	1 775					

Kalin vaikutus ei siis ole päässyt täysin oikeuksiinsa epäedullisissa sääoloissa. Taulukon 4 alareunaan on merkitty nurmien satojen vertailu ennen (51—52) ja jälkeen (53—54) boorilannoituksen. Boorin vaikutuksesta ei tietenkään tällä tavoin saada moitteetonta selvitystä, koska vertailukohde puuttuu. Näyttäisi kuitenkin selvältä, että boorin vaikutus on ollut suuri kaikkialla, mutta erityisesti tapauksissa, joissa lannoitus on ollut joko puutteellinen (0 ja NP) tai epätasapainoinen (NPK_3). — Eräiden muiden kokeiden tuloksista tiedetään, että Itä-Hämeen koetilan mailla esiintyy yleisesti boorin puutetta.

Osasta kokeen 1 nurmisatoja on olemassa kasvilajianalyysit. Niiden tulokset nähdään yksityiskohtaisesti piirroksesta 3. Taulukkoon 5 on merkitty keskimääräiset heinäsadot (kg/ha) ja niiden kasvilajikokoonpano (kg ja %) kaikilta niiltä vuosilta, joilta on kasvilajianalyysit. Lisäksi on laskettu nämä tiedot erikseen ajalta ennen boorilannoitusta ja sen jälkeen.

Voidaan panna merkille, että luonnonvaraisten kasvien, pääosalta rölliä ja lauhaa, määrät ovat kiloissa suunnilleen samat kaikissa eri tapauksissa, vain boorilannoituksen jälkeen näyttää kalilannoitus vähentävän niiden määrää. Apilaa on sadoissa ollut kovin vähän, mutta kalilannoituksella näyttäisi olevan siihen edullinen vaikutus. Näin näyttäisi olevan varsinkin boorilannoituksen jälkeen.

Taulukko 6. Analyysitietoja multamaan kokeiden maasta

N:o	Paikkakunta	Humus %	pH vedessä	pH suol.	Viljavuusarvot kalkki tn/ha $CaCO_3$	fosf. kg/ha sf	kali kg/ha 40 %:sta kalis.
15	Nakkila, J. Nurmi	15.2	5.6	4.9	3.7	40	150
16	Kokemäki, M. Suutari	16.1	6.4	5.0	4.5	160	500
17	Pihtipudas, M. Saastamoinen	27.1	4.8	4.3	9.5	160	1 050
22	» V. Luomala	25.9	5.0	4.1	5.5	80	390
24	Veteli, H. Tunkkari	27.8	4.4	3.7	6.5	300	350
26	Suomussalmi, Kurimo	19.9	4.2	3.5	2.8	590	740
44	Salla, J. Roininen	34.5	4.8	4.2	11.0	350	800
45	» J. Tuomainen	32.5	4.4	3.8	3.1	220	400
46	» J. Seppänen	34.2	4.5	3.8	2.1	190	500
51	Sodankylä, A. Seipäjärvi	16.9	4.7	4.0	8.9	810	4 000

Taulukko 7. Multamaan kokeissa keskimäärin saadut eri kasvilajien sadot 0- ja NP-koejäsenillä ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset ry/ha

N:o	Vuodet	Koesatojen lukum.	Sato 0	Sato NP	Sadonlisäys K_1	Sadonlisäys K_2	Sadonlisäys K_3	Pienin merkitsevä ero
	Nurmet, heinäsadot							
15	54—56	3	1 573	2 167	56	6	373	(679)
16	51—54	4	1 518	1 745	98	138	130	204
17	32—35, 38—43, 46—51, 54—57, —59	19	1 256	1 918	147	355	384	119
22	47—49	3	1 607	2 343	27	137	247	268
24	38—40	3	1 657	2 243	157	424	277	342
26	35—38, 40—41	6	1 413	1 955	572	618	667	201
44	35	1	232	918	98	434	98	
45	33—35	3	753	1 290	627	703	710	199
46	34—38	5	0	1 190	722	976	766	394
51	34—40	7	1 777	2 164	276	260	380	149
	Nurmet keskimäärin	54	1 257	1 876	275	406	430	
	Kaura, jyväsadot							
15	49, 50, 52, 57, 58, 59	6	1 782	2 275	220	330	460	190
16	56, 57	2	1 850	2 000	170	210	285	162
17	36, 44, 58	3	1 647	1 870	130	120	230	165
22	46	1	1 560	2 280	—120	410	180	
26	34	1	904	1 467	370	474	563	
	Kaura keskimäärin	13	1 635	2 077	176	281	368	
	Ohra, jyväsadot							
17	37, 45, 52	3	1 080	1 573	174	227	160	447
51	33	1	1 560	2 020	— 60	— 40	180	
	Ohra keskimäärin	4	1 200	1 685	115	160	165	
	Kevätvehnä, jyväsadot							
15	51, 53	2	1 640	1 860	60	120	210	(424)
16	49, 50	2	1 340	1 810	20	300	490	227
	Kevätvehnä keskimäärin	4	1 490	1 835	40	210	350	
	Ruis, jyväsadot							
16	55	1	680	1 460	0	—160	—120	

Taulukko 8. Multamaan kokeissa keskim. saadut sadot 0- ja NP-koejäsenillä ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset ry/ha, kaikki kasvit, olkisadot mukana

N:o	Paikkakunta	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys		
			0	NP	K_1	K_2	K_3
15	Nakkila	12	2 328	2 977	207	303	507
16	Kokemäki	10	1 927	2 301	144	218	293
17	Pihtipudas	26	1 375	2 042	153	315	345
22	»	4	1 595	2 328	—10	205	230
24	Veteli	3	1 657	2 243	157	424	277
26	Suomussalmi	7	1 340	1 886	543	597	651
44	Salla	3	573	1 583	1 050	1 357	1 204
45	»	3	753	1 290	627	703	710
46	»	6	45	1 222	626	858	686
51	Sodankylä	8	1 750	2 146	234	223	355
	Sadot keskimäärin	82	1 487	2 124	278	407	451

2. Multamaat

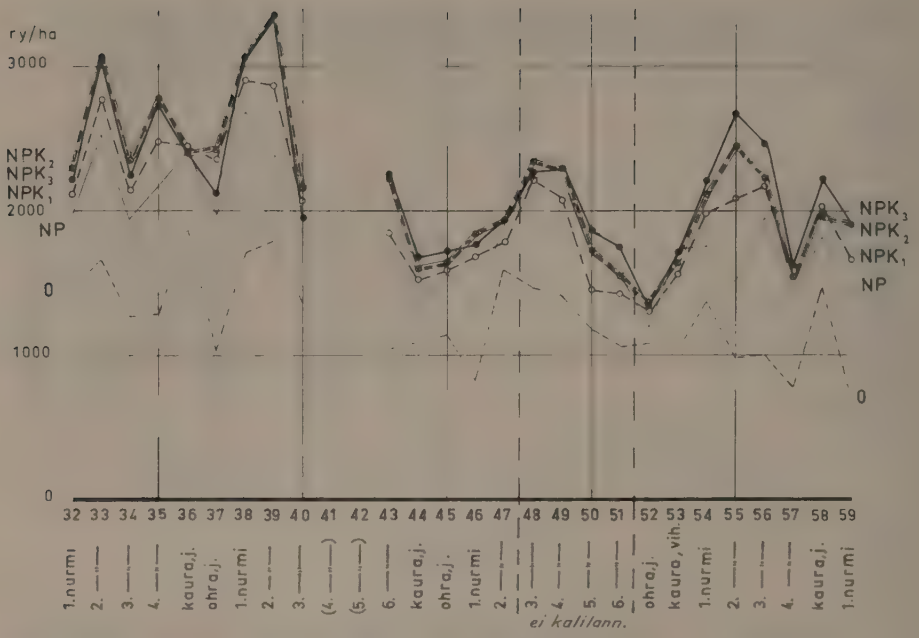
Multamaiksi on tässä tutkimuksessa laskettu maat, joiden humuspitoisuus on välillä 15—40 %. Taulukosta 6 saa käsityksen tähän ryhmään tulevien 10 koemaan ominaisuuksista. Ne vastannevat useissa suhteissa meillä tavallisia multamaita, mutta kalipitoisuudet ovat viljavuusanalyysin mukaan korkeanpuoleisia; näin erityisesti kokeessa 51.

Eri kentiltä saadut keskimääräiset satotulokset ja sadonlisäykset eri viljelyskasvilajeista nähdään taulukosta 7 ja kaikista kasvilajeista keskimäärin (olkisadot mukana) taulukosta 8. Voidaan todeta, että typpi-fosforialuslannoituksella (NP) on keskimäärin saatu hyvin samantapaisia tuloksia sekä hieta- (taul. 2 ja 3) että multamailla. Myös pienimmällä kalimäärällä, K_1, saadut sadonlisäykset ovat molemmissa maalajiryhmissä samantapaiset, mutta multamaissa on runsaampien kalimäärien (K_2 ja K_3) vaikutus selvästi parempi kuin hietamaissa.

Multamaiden kokeista on koe 17, N. Saastamoisen tilalla Pihtiputaalla ollut siksi kauan käynnissä ja sen tulokset siksi kiintoisia, että niitä on aihetta tarkastella yksityiskohtaisesti.

Maa on niin runsaasti kivennäismaata saanutta, pitkälle maatunutta turvemaata, että analyysitietojen mukaan, taul. 6, se on luettava multamaaksi.

Taulukoissa 7 ja 8 esitettyjen keskiarvotietojen mukaan 0- ja NP-lannoituksella saatu satotaso on kokeessa kutakuinkin multamaiden ryhmän keskiarvoa vastaava, mutta kalilannoituksen vaikutus jää hieman alapuolelle keskitason.



Piirros 4. Koe 17. Pihtipudas, N. Saastamoinen. Multamaa. Eri koejäseniltä eri aikoina saadut sadot ry/ha. Vuosina 48—51 ei ole annettu lainkaan kalilannoituksia.

Fig. 4. Trial 17, humus soil. Yields from the various treatments in food units per hectare in different years. Data from 1941—42 are lacking. No potash was applied during the period 1948—51. For explanations see Fig. 2.

Piirroksesta 4 nähdään satojen kehitys koko koeaikana. Silmään pistää, että kokeen alkupuolella 32—39 satotaso on selvästi korkeampi kuin myöhemmin. Tämän täytyy johtua sääsuhteista eikä esim. ravinteitten ehtymisestä, sillä muutos on samantapainen kaikilla koejäsenillä lannoituksesta riippumatta.

Piirrokseen 4 on merkitty aika 48—51, jolloin kalilannoituksia ei annettu lainkaan, mutta kylläkin typpi-fosforialuslannoitus, ns. jälkivaikutuskausi. Sen aikana on kaikkien koejäsenten sadoissa nähtävissä laskeva suunta, mutta näyttäisi siltä, että runsaimmin kalia saaneet koejäsenet erottuvat muita korkeammalle.

Vuotuisvaihtelujen aiheuttamista häiriöistä vapaampana voidaan satotason kehitystä tutkia taulukossa 9, jossa on keskiarvot nurmien sadoista eri nurmikausilta sekä lisäksi kaikista nurmista ennen ns. jälkivaikutuskautta, sen aikana ja jälkeen. Näyttää siltä, että tällä kentällä on 0- ja NP-koejäsenissä tapahtunut satotason laskemista, mutta se tuskin on kuitenkaan johtanut virheellisesti liian korkeisiin kalin vaikutuslukuihin,

Taulukko 9. Kokeessa 17 nurmista eri aikoina saatuja tuloksia ry/ha

	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
		0	NP	K_1	K_2	K_3	
Nurmikausi 32—35	4	1 415	2 160	218	458	408	204
» 38—40, 43	4	1 468	2 155	265	543	528	299
» 46—51	6	1 252	1 798	— 30	147	181	149
» 54—57	4	1 035	1 658	285	427	585	321
» 59	1	690	1 580	80	330	320	
Nurmet keskimäärin	19	1 256	1 918	147	355	384	119
Nurmet ennen jälkivaikutuskautta, 32—47	10	1 394	2 058	207	445	412	162
Jälkivaik.kaudella 48—51	4	1 275	1 913	—125	62	130	151
Jälkivaik.kauden jälkeen 54—59	5	966	1 642	244	408	532	251

sillä myös kalilla saaduissa sadonlisäyksissä näyttäisi olevan laskeva suunta, ainakin kun on käytetty pienintä kalimäärää K_1. Jälkivaikutusta näyttäisi kalilannoituksella olevan, mutta ei varsin paljoa. Arvoituksellista on, että koejäsen NPK_1 on jälkivaikutuskautena antanut pienempiä satoja kuin kaiken aikaa ilman kalia ollut NP. Jälkivaikutuskauden jälkeen todettavissa oleva kalin entistä parempi vaikutus johtunee todennäköisesti siitä, että vertailukohteen, NP-koejäsenen, sato on laskenut.

Jotta jollakin lannoituksella voisi olla jälkivaikutusta, on lannoituksen oltava siksi runsas, että sadot eivät voi ottaa kaikkea, ts. ns. ravinnetaseen pitää ao. aineen kohdalla olla positiivinen.

Kokeesta 17 voidaan osapuilleen laskea ravinnetaseet. Lannoituksessa annetut määrät tiedetään täsmällisesti, ja sadoista on suurimmasta osasta ravinnepitoisuusanalyysit. Ne puuttuvat vuosilta —36 (kaura, jyvät), —39 (2. nurmi), 48—51 (3.—6. nurmi), —52 (ohra, jyvät ja oljet), —53 (vihantakaura) ja —58 (kaura, jyvät ja oljet). Näissä tapauksissa on käytetty saman kokeen muiden vuosien vastaavien kasvien ja koejäsenten keskiarvoja lukuunottamatta v:n —53 vihantakauraa, jonka ravinnepitoisuuksina on käytetty kokeessa 18 saatuja lukuja.

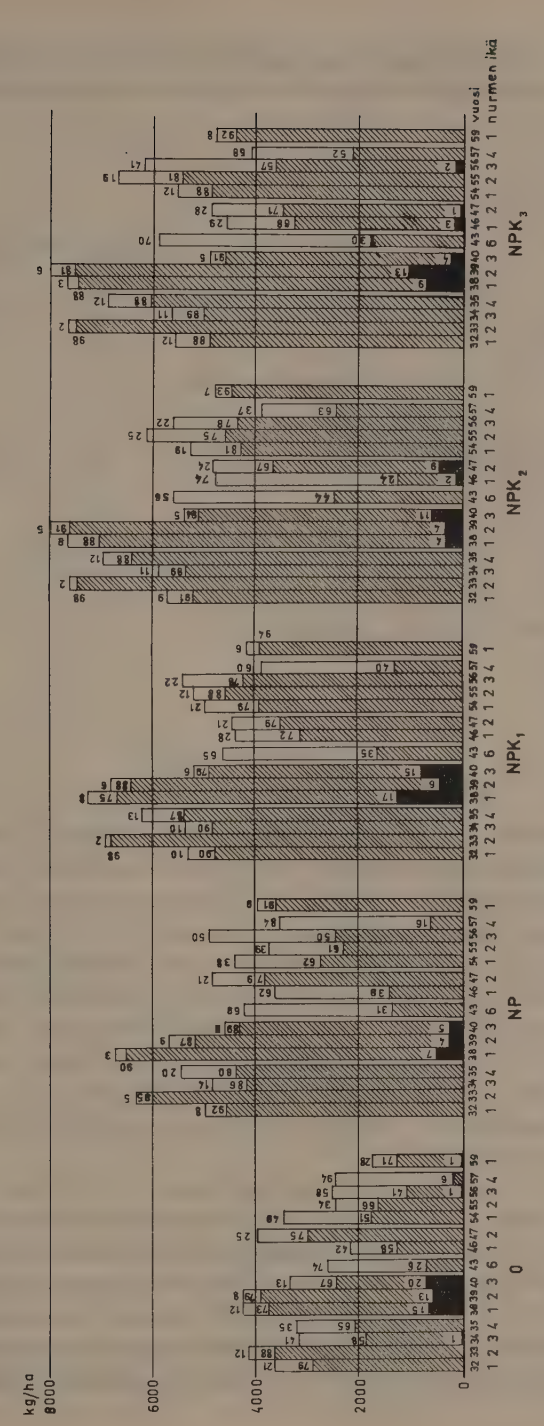
Lasketut ravinnetaseet esitetään taulukossa 10 erikseen ajalta ennen ns. jälkivaikutuskautta, vuosilta 32—47 sekä koko kokeen ajalta. Nähdään, että kalitaseet muodostuvat negatiivisiksi lukuun ottamatta kaikkein runsaimman kalimäärän, K_3, saanutta koejäsentä. Tämän mukaan kalilannoituksesta ei voi odottaakaan suurta jälkivaikutusta. — Typpitaseet ovat kauttaaltaan vahvasti negatiivisia, mitä ei voi pitää virheenä multamaan viljelyssä. Fosforitaseet ovat vahvasti positiivisia kaikissa niissä tapauksissa, joissa fosforilannoitusta on käytetty.

Taulukko 10. Koe 17, ravinnetaseet kg/ha

	Koejäsenet				
	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Aika 1932—47, 14 koesatoa					
Typpi					
Lannoituksessa annettu	0	434	434	434	434
Sadot sisältäneet	568	871	843	1 035	892
Tase = lann. ann. — sadot sisält.	— 568	— 437	— 409	— 601	— 458
Fosforihappo					
Lannoituksessa annettu	0	1 104	1 104	1 104	1 104
Sadot sisältäneet	197	315	358	386	367
Tase = lann. ann. — sadot sisält.	— 197	789	746	718	737
Kali					
Lannoituksessa annettu	0	0	672	1 344	2 016
Sadot sisältäneet	529	797	1 157	1 398	1 565
Tase = lann. ann. — sadot sisält.	— 529	— 797	— 485	— 54	451
Koko kokeen aika 1932—59, 26 koesatoa					
Typpi					
Lannoituksessa annettu	0	853	853	853	853
Sadot sisältäneet	992	1 541	1 458	1 718	1 611
Tase = lann. ann. — sadot sisält.	— 992	— 688	— 605	— 865	— 758
Fosforihappo					
Lannoituksessa annettu	0	1 866	1 866	1 866	1 866
Sadot sisältäneet	328	554	610	649	644
Tase = lann. ann. — sadot sisält.	— 328	1 312	1 256	1 217	1 222
Kali					
Lannoituksessa annettu	0	0	1 068	2 136	3 204
Sadot sisältäneet	957	1 435	2 017	2 429	2 782
Tase = lann. ann. — sadot sisält.	— 957	—1 435	— 949	— 293	422

Kokeen 17 nurmisadoista on tehty verraten paljon kasvilajianalyysejä, sillä kaikkiaan 19:sta nurmisadosta on analyysit 15:sta. Analyysien yksityiskohtaiset tulokset nähdään piirroksesta 5, ja taulukosta 11 nähdään keskiarvot ajalta ennen ja ajalta jälkeen ns. jälkivaikutuskauden sekä koko koeajalta.

Apilan määriin ei kannata tässä kokeessa kiinnittää huomiota, sillä ne ovat aivan vähäpätöiset. Timotein määriä sekä kiloina että prosentteina on kalilannoitus selvästi lisännyt. Kilomäärissä tulee näkyviin sellainenkin piirre, että lisätyt kalimäärät ovat yhä lisänneet timotein määriä. Luonnonvaraiset kasvit ovat olleet pääasiassa rölliä ja lauhaa, ja niiden määrät ovat kaiken kaikkiaan kovin suuret. Kalilannoituksen johdosta on luonnonvaraisten kasvien osuus melkoisesti vähentynyt.



Piirros 5. Koe 17, heinäsadot kg/ha sekä satojen kasvilajikokoonpano kg ja %.
Fig. 5. Trial 17. Hay yields (kg/ha) and botanical composition of the yield (kg and %).
For explanations see Fig. 3.

Taulukko 11. Kasvilajianalyysien tuloksia kokeen 17 nurmisadoista

	kg/ha/v					% koko sadosta				
	Sato		Sadonlisäys			%		lisäys		
	0	NP	K_1	K_2	K_3	0	NP	K_1	K_2	K_3
Nurmet keskim. vuosina 32—47, 10 satovuotta										
Apilaa	189	93	242	174	212	5.4	1.8	2.5	1.0	1.6
Timoteita	2 406	4 071	486	905	870	69.3	79.4	1.3	0.4	0.9
Luonnonv. kasv.	877	966	—119	120	35	25.3	18.8	— 3.8	— 1.4	— 2.5
Yhteensä	3 472	5 130	515	1 106	1 024					
Nurmet keskim. vuosina 54—59, 5 satovuotta										
Apilaa	8	0	0	0	24	0.3	0	0	0	0.4
Timoteita	1 152	2 324	1 312	1 698	1 732	45.9	56.6	20.4	21.8	18.0
Luonnonv. kasv.	1 348	1 780	696	—674	—420	53.8	43.4	—20.4	—21.8	—18.4
Yhteensä	2 508	4 104	616	1 024	1 336					
Keskim. kaikista 15 nurmisadosta 32—59										
Apilaa	129	62	99	54	87	4.1	1.3	1.7	0.7	1.2
Timoteita	1 988	3 489	761	1 169	1 157	63.1	72.9	6.7	6.5	5.6
Luonnonv. kasv.	1 034	1 237	—311	—144	—116	32.8	25.8	— 8.4	— 7.2	— 6.8
Yhteensä	3 151	4 788	549	1 079	1 128					

3. Turvemaat

Runsaslukuisimmin on eri kalimäärien kokeita ollut turvemailla, nim. kaikkiaan 42 hyväksyttävää koetta. Eri koekenttien maan ominaisuuksia osoittavia lukuja nähdään taulukosta 12. Valitettavasti on 8:sta kokeesta maanäyte joutunut hukkaan, joten analyysitiedot puuttuvat. Turvelajia ei taulukkoon ole merkitty, sillä jo ennestään viljelyksessä olleesta maasta olisi sen määrittäminen ollut epävarmaa ellei suorastaan mahdotonta. Kaikki koemaat ovat kuitenkin ns. saravaltaisia turvemaita. Koe 12 kuuluisi maanäytteen hehkutuskevennyksen puolesta multamaiden ryhmään, mutta koeraporttien mukaan maa on selvää turvemaata, joka on runsaasti savettu. Viljavuusanalyysin mukaan turvemaan koekenttien kalipitoisuudet ovat korkeanpuoleisia.

Taulukossa 13 esitetään nurmista, taulukossa 14 eri korsiviljoista ja taulukossa 15 keskim. kaikista kasveista (olkisadot mukana) eri kokeissa saadut ja kaikissa kokeissa keskimäärin saadut tulokset. Nähdään, että turvemailla lannoittamattoman ja typpi-fosforialuslannoituksen saaneen sadoissa on hyvin paljon eroja eri koekenttien kesken ja kaiken kaikkiaan sadot ovat selvästi alhaisemmat kuin muissa maalajiryhmissä. Kun kalilannoitus voi nostaa sadot samaan tasoon kuin muillakin maalajeilla, tulee

Taulukko 12. Analyysitietoja turvemaan kokeiden maasta

N:o	Paikkakunta	Hehkutuskevenn. %	pH		Viljavuusarvot		
			vedessä	suol.	kalkki tn/ha $CaCO_3$	fosf. kg/ha sf	kali kg/ha 40 %:n kalis.
12	Kuolemajärvi, S. Rumpunen	34.0	4.8	4.2	13.2	220	430
13	Sakkola, E. Männikkö	—	—	—	—	—	—
14	» J. Naskali	—	—	—	—	—	—
18	Pihtipudas, H. Paananen	69.3	4.5	4.0	13.6	350	600
19	» A. Ylinen	67.8	5.1	4.5	13.0	100	580
20	» Y. Paananen	39.6	5.1	4.6	16.3	140	500
21	» Luomala	59.7	4.5	3.9	7.7	180	500
23	Alajärvi, V. Franssila	75.7	4.5	3.6	6.1	140	450
25	Kälviä, O. Kangas	87.2	5.1	4.5	14.1	260	590
27	Kajaani, A. Sivonen	—	—	—	—	—	—
28	Alatornio, E. Pörhölä	95.7	4.5	3.9	14.4	140	1 230
29	Ylitornio, V. Tyni	—	—	—	—	—	—
30	» P. Lohiniva	91.7	4.2	3.5	3.8	140	500
31	» K. Aro	52.7	4.5	3.9	5.9	200	1 000
32	» I. Metsävainio	—	—	—	—	—	—
33	Karunki, H. Mäkikallio	—	—	—	—	—	—
34	» V. Myllymäki	65.0	4.5	3.5	7.8	370	1 030
35	Kuusamo, T. Kemppainen	86.4	4.1	3.6	4.5	230	600
36	» K. Mäkelä	71.7	4.8	4.4	12.2	500	930
37	» E. Alatalo	91.9	5.1	4.4	10.2	360	1 150
38	» S. Haataja	94.3	4.8	4.3	13.8	760	850
39	» V. Hentilä	—	—	—	—	—	—
40	» E. Hentilä	—	—	—	—	—	—
41	» K. Peltoniemi 1	—	5.3	—	7.8	160	280
42	» » 2	89.2	5.2	4.1	7.2	220	830
43	» I. Tornberg	91.8	5.4	4.6	14.2	580	1 050
47	Salla, L. Torniainen	68.2	4.9	4.5	25.4	210	780
48	Kemijärvi, F. Kellokumpu	79.3	5.0	4.5	18.6	160	1 150
49	Salla, M. Uutela	57.9	4.2	3.4	4.6	610	1 430
50	» S. Uutela	94.2	4.1	3.6	4.5	250	650
52	Sodankylä, A. Paarman	72.0	4.6	4.0	8.0	450	1 150
53	» H. Takala	53.9	4.7	4.1	7.2	330	800
54	» I. Arajärvi	78.2	5.4	4.3	5.2	220	440
55	» O. Hyttinen	44.4	5.2	4.3	6.5	120	350
56	» A. Takala	67.2	5.6	4.6	10.3	260	500
57	» A. Neitola	95.3	5.5	4.2	4.8	60	280
58	» B. Anneberg	95.0	5.4	4.5	18.7	210	220
59	» E. Rahkola	73.8	5.0	4.1	11.7	430	3 350
60	» E. Hannula	91.8	5.4	4.3	4.8	370	2 400
61	» A. Tasala	85.6	6.0	5.2	8.3	370	1 250
62	» N. Takala	61.6	5.6	4.4	9.7	290	1 200
63	Inari, K. Mattila	91.8	4.0	3.4	4.1	420	950

kalilannoituksen vaikutus suureksi. Siitä on kuitenkin varmasti osa ns. yhdistelmävaikutusta eli lisävaikutusta, ts. typen ja fosforin vaikutusta, joka ei kalin niukkuudessa ole voinut tulla esille. Tällaista on tietenkin myös muilla maalajeilla, mutta ei varmastikaan yhtä suurena. Ikävä kyllä näiden kokeiden tuloksista ei ole mahdollista laskea edes arviolukuja tämän yhdistelmävaikutuksen suuruudesta. Kalilannoituksen vaikutus on ollut

Taulukko 13. Turvemaan kokeissa nurmista keskimäärin saadut sadot 0- ja NP-koejäsenillä ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset ry/ha

N:o	Vuodet	Koe-satojen lukumäärä	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
			0	NP	K_1	K_2	K_3	
12	33—34	2	1 390	2 645	55	210	205	295
13	36—39	4	993	1 220	718	990	1 135	430
14	38—39	2	1 220	1 385	670	995	1 085	298
18	33—38, 40, 43—49, 51—57	21	1 042	1 769	609	710	860	306
19	36—40, 43—44, 46—49, 51—54, 57—59	18	1 192	1 596	738	983	1 087	164
20	37—40, 43—45, 47—48, 50—53, 55—57, —59	17	1 406	1 982	459	499	550	324
21	38—40, 44—45	5	1 214	1 478	266	358	394	120
23	54—58	5	—	1 674	500	614	582	168
25	50—52, 54—56, 59	7	1 060	1 340	936	1 179	1 254	257
27	38—41	4	1 150	1 525	933	1 113	1 240	236
28	34—38	5	938	1 012	1 530	1 956	2 130	181
29	33—36	4	1 295	2 023	167	305	324	283
30	34—38	5	714	1 330	778	1 018	1 002	325
31	37—40	4	925	1 728	725	897	982	131
32	46—49	4	995	1 805	443	540	755	194
33	48—51	4	1 190	1 523	912	1 222	1 355	255
34	55—57, 59	4	1 713	2 223	142	145	160	179
35	33—37, 39—40	7	1 130	1 846	471	537	570	190
36	34—37, 39—40	6	1 193	1 767	1 313	1 558	1 675	591
37	36—40, 43—44	7	1 033	1 850	399	583	664	231
38	37—40, 42—43	6	252	1 215	512	593	633	436
39	37—40, 42	5	1 398	1 736	526	700	736	369
40	50—54	5	1 174	1 804	112	210	284	155
41	48—52	5	1 026	2 248	436	396	730	454
42	53—56	4	1 055	1 830	145	353	588	379
43	55—59	5	1 012	1 560	134	360	604	140
47	36—39	4	518	1 055	1 435	2 000	2 160	321
48	38—39	2	585	1 085	385	500	475	434
49	37—39	3	1 220	2 097	480	520	586	230
50	38—39	2	595	1 075	925	1 070	1 250	1 047
52	35—39	5	604	690	1 284	1 468	1 564	923
53	34—39	6	505	1 138	235	267	272	200
54	50—59	10	351	731	1 082	1 243	1 283	204
55	50—53	4	1 300	1 660	460	600	763	223
56	50—53	4	1 018	1 530	283	385	378	83
57	52—53	2	580	930	700	1 020	1 105	608
58	53—59	7	669	991	980	1 240	1 228	349
59	54	1	1 369	1 846	62	123	100	
60	55—59	5	976	1 452	484	534	508	312
61	54—58	5	704	1 628	280	312	448	343
62	55—57	3	920	1 633	237	367	550	194
63	34—39	6	853	1 337	466	515	503	162
	Nurmet keskimäärin	234	978	1 558	616	770	855	

turvemailla kauttaaltaan paljon suurempi ja säännöllisempi kuin sekä hieta- että multamailla. Myös kaliannoksen lisäämisen vaikutus on turvemailla runsain ja selvin.

Turvemaan kokeista on kaikkiaan kolme sellaista, että yksityiskohtainen tarkastelu on paikallaan.

Taulukko 14. Turvemaan kokeissa korsiviljoista keskimäärin saadut jyväsadot 0- ja NP-koejäsenillä ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset ry/ha

N:o	Vuodet	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
			0	NP	K_1	K_2	K_3	
	Kaura, jyväsadot							
14	37	1	2 450	2 470	260	330	370	
18	32	1	1 670	1 920	290	520	770	
19	34, 50	2	1 465	1 840	310	560	560	420
20	35, 46, 49, 54, 58	5	1 300	1 772	284	362	542	170
	Kaura keskimäärin	9	1 506	1 881	288	420	552	
	Ohra, jyväsadot							
19	35, 45, 56	3	1 080	1 607	833	846	893	383
20	36	1	600	900	100	0	80	
25	49, 53, 57, 58	4	1 005	1 365	280	375	305	355
33	47	1	1 600	2 180	—200	—260	—400	
37	42 [1])	1	280	460	80	120	200	
	Ohra keskimäärin	10	1 226	1 796	432	508	558	
	Kevätvehnä, jyväsadot							
12	35	1	1 100	860	100	340	200	

[1]) Kylmä ja kuiva kesä aiheutti kadon

Koe 18, H. Paananen, Pihtipudas. Tässä kokeessa voidaan kentän käsittelyn mukaan erottaa eri jaksoja, nim. 1) aika ennen saveamista, 32—38, 2) kivennäismaan lisäämisen (400 kuormaa/ha) jälkeen, 39—47, 3) ns. jälkivaikutuskausi, jolloin ei annettu kalia, mutta kylläkin typpi-fosforialuslannoitus, 48—53 ja 4) aika jälkivaikutuskauden jälkeen, jolloin taas annettiin suunnitelman mukaiset kalilannoitukset, 54—57.

Piirroksessa 6 esitetään vuotuiset satotulokset kaikilta koevuosilta. Jakson 1) aikana, ennen kivennäismaan lisäämistä, on kalin vaikutus ollut hyvin suuri, mutta vähenee paljon saveamisen johdosta, jakso 2). Käyrien sijoittumisessa on kuitenkin piirteitä, jotka viittaavat siihen, että kivennäismaan kalivaikutus on alkanut vähentyä verraten nopeasti. Jälkivaikutuskauden 3) aikana näyttää sadoissa tapahtuvan yleistä laskua lukuun ottamatta 0-koejäsentä, joka omituista kyllä antaa jopa parempia satoja kuin ennen. Se seikka, että aikaisemmin eniten kalia saaneen koejäsenen sadot tänä jälkivaikutuskautena pysyvät korkeimmalla, viittaa siihen, että kalilannoituksella on ollut jälkivaikutusta.

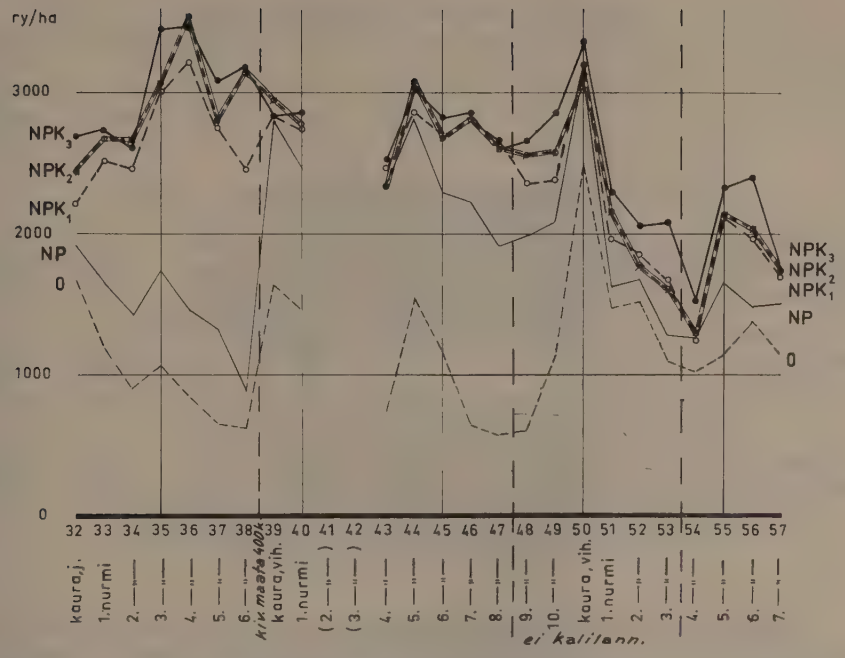
Täsmällisemmän ja paremmin vuotuisista heilahduksista vapaan käsityksen sadoista ja kalilannoituksen vaikutuksista eri koejaksojen aikana saa taulukosta 16, jossa on nurmien keskisadot eri jaksojen ajalta. Kalilannoituksen jälkivaikutus (jakso 3) näyttää siinä hyvin suurelta, sillä

Taulukko 15. Turvemaan kokeissa keskimäärin saadut sadot 0- ja NP-koejäsenillä ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset ry/ha, kaikki kasvit, olkisadot mukana

N:o	Paikkakunta	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäykset		
			0	NP	K_1	K_2	K_3
12	Kuolemajärvi	3	1 473	2 263	104	297	230
13	Sakkola	4	993	1 220	718	990	1 135
14	»	3	1 923	2 060	590	847	923
18	Pihtipudas	24	1 186	1 914	553	657	810
19	»	24	1 339	1 834	765	1 009	1 095
20	»	23	1 460	2 042	426	461	544
21	»	6	1 585	1 740	328	432	450
23	Alajärvi	6	—	2 088	442	480	475
25	Kälviä	11	1 212	1 573	760	988	1 005
27	Kajaani	4	1 150	1 525	933	1 113	1 240
28	Alatornio	6	1 140	1 363	1 362	1 815	1 995
29	Ylitornio	4	1 295	2 023	167	305	324
30	»	5	714	1 330	778	1 018	1 002
31	»	5	1 194	1 854	698	828	914
32	»	4	995	1 805	443	540	755
33	Karunki	5	1 404	1 838	714	946	1 042
34	»	5	1 664	2 316	256	216	432
35	Kuusamo	8	1 101	1 828	431	508	556
36	»	7	1 109	1 691	1 436	1 699	1 798
37	»	8	951	1 694	364	530	615
38	»	7	239	1 211	483	576	628
39	»	5	1 398	1 736	526	700	736
40	»	6	1 282	1 820	105	197	277
41	»	5	1 026	2 248	436	396	730
42	»	4	1 055	1 830	145	353	588
43	»	5	1 012	1 560	134	360	604
47	Salla	6	483	1 277	1 318	1 755	1 938
48	Kemijärvi	4	708	1 348	375	640	582
49	Salla	4	1 537	2 250	433	485	433
50	»	4	485	895	1 058	1 268	1 453
52	Sodankylä	6	910	1 000	1 147	1 372	1 497
53	»	7	521	1 160	263	286	303
54	»	11	348	792	1 047	1 232	1 283
55	»	5	1 310	1 686	486	604	812
56	»	5	858	1 340	250	326	350
57	»	3	497	847	643	936	980
58	»	7	669	991	980	1 240	1 228
59	»	1	1 369	1 846	62	123	100
60	»	6	1 180	1 693	439	505	489
61	»	5	704	1 628	280	312	448
62	»	4	823	1 498	195	297	362
63	Inari	6	853	1 337	466	515	503
	Sadot keskimäärin	281	1 299	1 647	599	752	839

vuotuisen kalilannoituksen pois jättämisellä ei ole ollut mitään vaikutusta. Kun kalilannoitusta taas ruvetaan antamaan (jakso 4), ei kalikoejäsenten ero NP-koejäseneen verrattuna ainakaan suurene.

Koesadoista on ajalta ennen jälkivaikutuskauden alkamista – 48 jokseenkin kaikista typpi-, fosfori- ja kalimääritykset, joten ravinnetaseet voidaan laskea melkoisen varmasti. Vuosien 41 – 42 kohdalle jää tietenkin



Piirros 6. Koe 18, Pihtipudas, H. Paananen. Turvemaa. Eri koejäseniltä eri aikoina saadut sadot ry/ha. Maa savettu, 400 kuormaa ha, —39; vuosina 48—53 ei ole annettu lainkaan kalilannoituksia.

Fig. 6. Trial 18, peat soil. Yields from the various treatments in food units per hectare in different years. In 1939 approx. 200 tons of mineral soil were applied to the field as a soil improvement measure. Data from 1941—42 are lacking. No potash was applied during the years 1948—53. For explanations see Fig. 2.

aukko, kun satoja ei ole lainkaan pumittu. V:lta —34 puuttuu satonäytteet koejäseniltä 0, NPK_1 ja NPK_3 sekä v:lta —35 koejäseneltä NPK_3. Näiden puuttuvien lukujen tilalla on käytetty ao. koejäsenen ja ao. kasvin kaikkien vuosien keskiarvoja. Lasketut ravinnetaseet esitetään taulukossa 17. Vain runsaimmalla kalilannoituksella on kalitase muodostunut lievästi positiiviseksi. Siten käytetyistä kalilannoituksista ei voi odottaa suurtakaan jälkivaikutusta.

Taulukko 16. Kokeessa 18 nurmista eri aikoina saatuja tuloksia, ry/ha

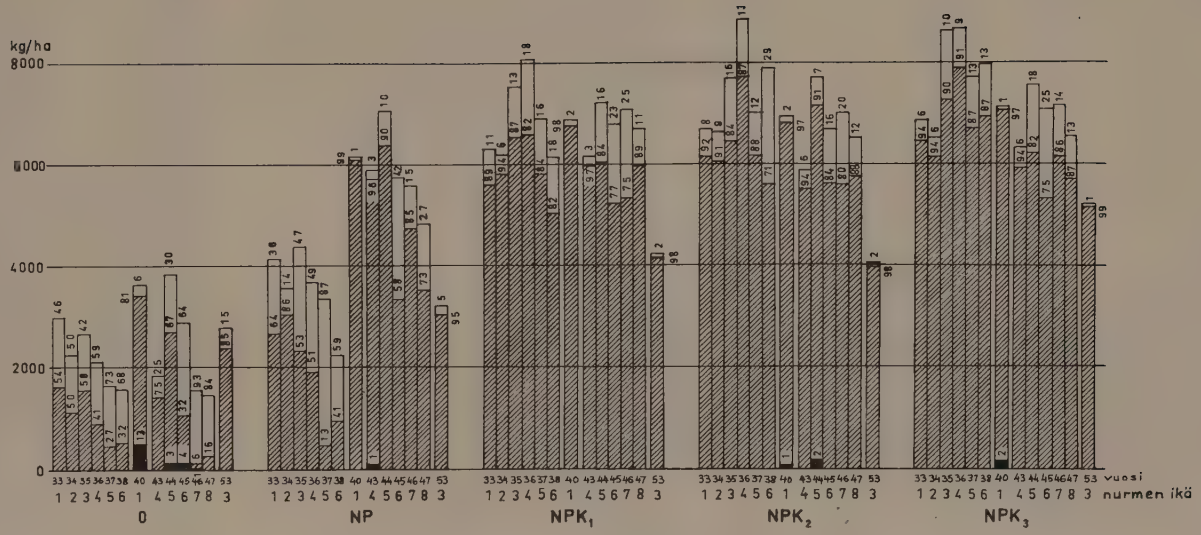
	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
		0	NP	K_1	K_2	K_3	
Jakso 1, vuodet 33—38	6	877	1 415	1 317	1 567	1 672	306
» 2, » 40, 43—47	6	1 013	2 345	365	368	443	214
» 3, » 48—53	5	1 168	1 732	320	406	660	391
» 4, » 54—57	4	1 175	1 480	275	318	518	267

Taulukko 17. Koe 18, ravinnetaseet kg/ha

	Koejäsenet				
	0	NP	NPK$_1$	NPK$_2$	NPK$_3$
Aika —32—40 ja —43—47, 14 koevuotta					
Typpi					
Lannoituksessa annettu	0	434	434	434	434
Sadot ottaneet	525	904	1 109	1 133	1 117
Tase = lann. ann. — sadot ottaneet	— 525	— 470	— 675	— 699	— 683
Fosforihappo					
Lannoituksessa annettu	0	1 104	1 104	1 104	1 104
Sadot ottaneet	110	357	433	465	473
Tase = lann. ann. — sadot ottaneet	— 110	747	671	639	631
Kali					
Lannoituksessa annettu	0	0	672	1 344	2 016
Sadot ottaneet	430	827	1 271	1 633	1 918
Tase = lann. ann. — sadot ottaneet	— 430	— 827	— 599	— 289	98

Vuosittaiset tiedot nurmien sadoista tehdyistä kasvilajianalyyseistä esitetään piirroksessa 7, ja yhteenvedot kahdelta eri nurmikaudelta taulukossa 18. Kuten myös piirroksesta 6 voi nähdä, ovat nurmet olleet hyvin pitkäaikaisia, jollaiset ovat turvemaan viljelyssä tavallisia. Voidaan ajatella, että pitkänä nurmikautena lannoituksen vaikutus kasvilajikokoomukseen tulee selvänä esille. Varsinkin aikana ennen —39 suoritettua kivennäismaan lisäämistä on kalin vaikutus timotein määrien lisääjänä ollut hyvin suuri, mutta selvä se on ollut kivennäismaan lisäyksen jälkeenkin. Luonnonvaraisina kasveina ovat rölli ja lauha olleet vallitsevia. Niiden määrät ovat olleet suuret, ja kalilannoituksella on ollut niitä vähentävä vaikutus varsinkin aikana ennen kivennäismaan lisäystä.

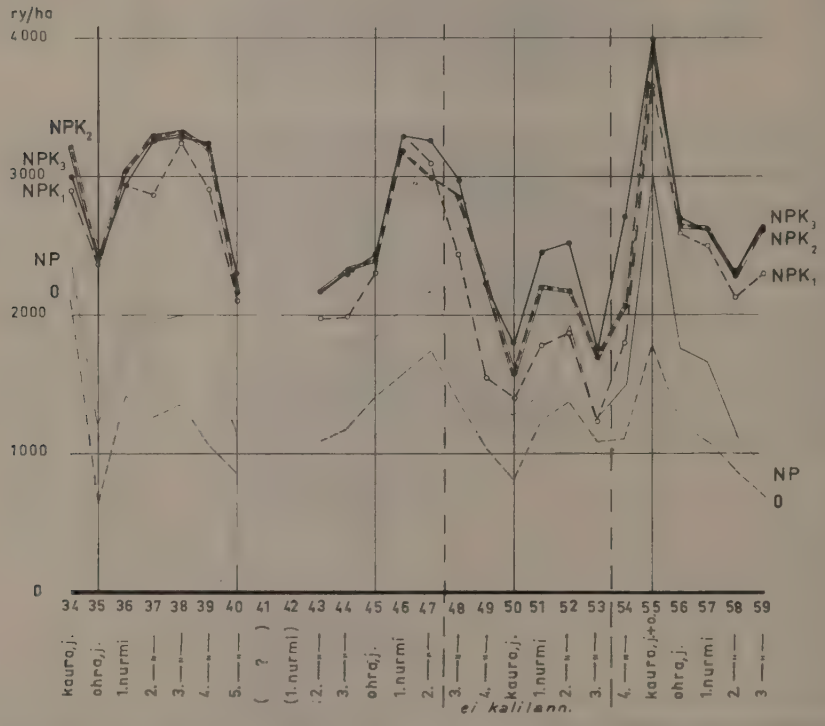
Koe 19, A. Ylinen, Pihtipudas. Tässäkin kokeessa on ollut ns. jälkivaikutuskausi, 48—53, jolloin kalikoelannoitukset on jätetty pois, mutta typpi-fosforialuslannoitus on annettu. Vuosittain saadut sadot eri koejäseniltä esitetään piirroksessa 8. Taulukossa 19 esitetään keskiarvoja eri nurmikausilta sekä ajalta ennen ns. jälkivaikutuskautta, sen ajalta ja sen jälkeen. Vaikka NP-koejäsenen sadot ovatkin turvemaalta saaduiksi verraten hyviä ja tasaisia, on myös kalilannoituksen vaikutus ollut hyvä. Sattumalta tulevat kalin vaikutusluvut aivan samat kokeen ensimmäiseltä ja viimeiseltä nurmikaudelta. Tästä voinee päätellä, että vaikka NP-koejäsenen sadoissa onkin todettavissa selvää laskua kokeen aikana, ei kalin keskimääräisen vaikutuksen tässä kokeessa tarvitse paljoakaan riippua siitä, että vertailukohde, NP-lannoituksella saatu sato, on muuttunut.



Piirros 7. Koe 18, heinäsadot kg/ha sekä satojen kasvilajikokoonpano kg ja %.
Fig. 7. Trial 18. Hay yields (kg/ha) and botanical composition of the yield (kg and %).

Taulukko 18. Kasvilajianalyysien tuloksia kokeen 18 nurmisadoista

	kg/ha keskim. vuodessa					% koko sadosta				
	Sato		Sadonlisäys			%		lisäys		
	0	NP	K_1	K_2	K_3	0	NP	K_1	K_2	K_3
Nurmet keskim. 33—38, 6 satovuotta										
Timoteita	1 010	1 867	4 016	4 480	5 108	46.1	52.8	33.3	32.4	37.5
Luonnonv. kasv.	1 180	1 670	—723	—564	—925	53.9	47.2	—33.3	—32.4	—37.5
Yhteensä	2 190	3 537	3 293	3 916	4 183					
Nurmet keskim. 40, 43—47, 6 satovuotta										
Apilaa	122	10	— 10	27	13	4.8	0.2	— 0.2	0.3	0.1
Timoteita	1 355	4 935	927	1 102	1 110	53.6	84.3	2.2	4.7	2.4
Luonnonvar. kasv.	1 050	912	6	—199	— 7	41.6	15.5	— 2.0	— 5.0	— 2.5
Yhteensä	2 527	5 857	923	930	1 116					



Piirros 8. Koe 19. Pihtipudas, A. Ylinen. Turvemaa. Eri koejäseniltä eri aikoina saadut sadot ry/ha. Vuosina 48—53 ei ole annettu lainkaan kalilannoituksia.

Fig. 8. Trial 19, peat soil. Yields from the various treatments (f.w./ha) in different years. Data from 1941—42 are lacking. No potash was applied during the years 1948 - 53. For explanations see Fig. 2.

Taulukko 19. Kokeessa 19 nurmista eri aikoina saatuja tuloksia ry/ha

	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
		0	NP	K_1	K_2	K_3	
Kausi 36—40	5	1 192	1 724	1 088	1 280	1 284	202
» 43—44	2	1 135	1 465	520	785	770	128
» 46—49	4	1 433	1 830	760	983	1 108	312
» 51—54	4	1 208	1 535	138	498	828	258
» 57—59	3	890	1 237	1 073	1 273	1 290	332
Kausi ennen jälkivaikutuskautta, 36—47	9	1 283	1 754	957	1 102	1 142	188
Jälkivaikutuskausi, 48—53	5	1 224	1 544	232	684	844	250
Kausi jälkeen jälkivaikutuskauden, 54—59	4	948	1 303	880	1 095	1 270	373

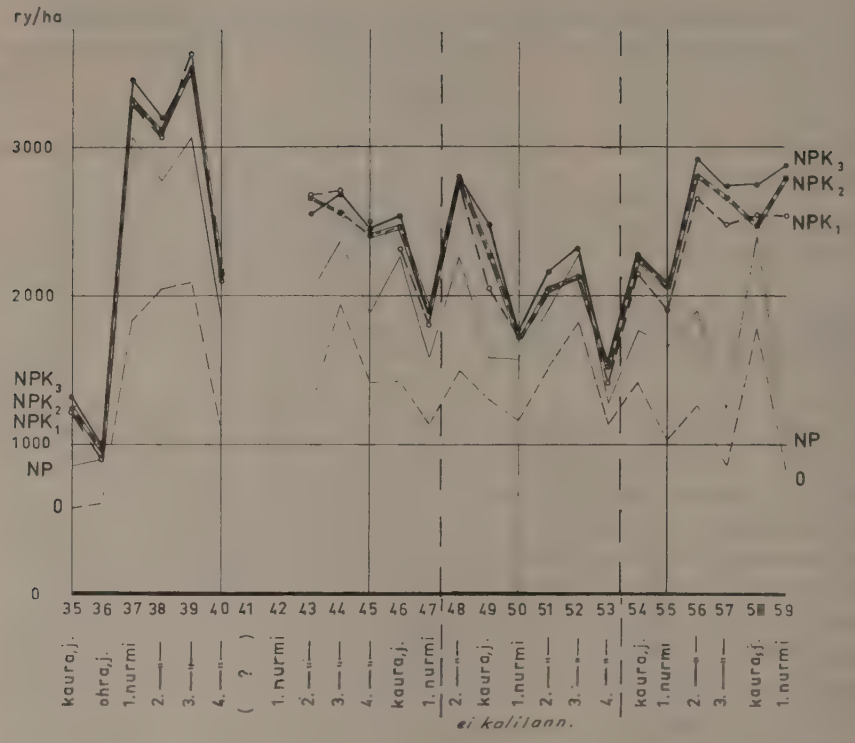
Tässä yhteydessä kiinnostavat erityisesti ns. jälkivaikutuskauden ajan satoluvut. Sekä ennen tätä jälkivaikutuskautta että sen jälkeen, taul. 19, on kalin vaikutus suuri ja eri kalimäärillä jokseenkin sama. Jälkivaikutuskauden aikana kalilla aikaisemmin lannoitetuilta koejäseniltä saadaan suurempia satoja kuin ilman kalia ja sitä suurempia, mitä runsaampi aikaisempi kalilannoitus on ollut. Piirroksen 8 satoja osoittavien käyrien kulusta voi lukea, että pienemmän kalilannoituksen saaneissa satojen lasku kalilannoituksen lopettamisen jälkeen on nopeampaa kuin runsaamman kalilannoituksen saaneissa. Kalilannoituksella on siten selvästi ollut jälkivaikutusta. Valitettavasti tämän kokeen sadoista on niin vähän analyysejä, ettei ravinnetaseita voi laskea.

Kasvilajianalyysejä nurmista on samaten vain muutamia. Niistä esitetään tässä ainoastaan suppea yhteenveto, taul. 20. Näkyy, että 0- ja NP-koejäsenissä on luonnonvaraisten kasvien (pääas. lauha ja rölli) määrä kovin suuri. Kalilannoitus on huomattavasti lisännyt timoteita sekä kiloina että prosentteina ja vähentänyt vastaavasti luonnonvaraisten kasvien määriä.

Koe 20, Y. Paananen, Pihtipudas. Tässäkin kokeessa on ns. jälkivaikutuskausi, v. 48—53, jolloin kalilannoituksia ei ole annettu, mutta kylläkin typpi-fosforialuslannoitus. Piirroksessa 9 esitetään eri

Taulukko 20. Kasvilajianalyysien tuloksia kokeen 19 nurmisadoista

	kg/ha keskim. vuodessa					% koko sadosta				
	Sato		Sadonlisäys			%		lisäys		
	0	NP	K_1	K_2	K_3	0	NP	K_1	K_2	K_3
Keskiarvot vuosilta 43, 51, 53, 57—59, 6 satovuotta										
Apilaa	122	33	197	43	— 19	4.7	1.0	3.6	0.3	— 0.8
Timoteita	1 095	1 552	1 776	2 828	3 440	42.5	47.1	19.8	30.2	38.6
Luonnonvar. kasv.	1 360	1 712	—293	—501	—890	52.8	51.9	—23.4	—30.5	—37.8
Yhteensä	2 577	3 297	1 680	2 370	2 531					



Piirros 9. Koe 20, Pihtipudas, Y. Paananen. Turvemaa. Eri koejäseniltä eri aikoina saadut sadot ry/ha. Vuosina 48—53 ei ole annettu lainkaan kalilannoituksia.

Fig. 9. Trial 20, peat soil. Yields from the various treatments (f.w./ha) in different years. Data from 1941—42 are lacking. No potash was applied during the years 1948—53. For explanations see Fig. 2.

Taulukko 21. Kokeessa 20 nurmista eri aikoina saatuja tuloksia, ry/ha

	Koe-satojen lukum.	Sato		Sadonlisäys			Pienin merkitsevä ero
		0	NP	K_1	K_2	K_3	
Kausi 37—40	4	1 773	2 680	360	348	393	200
» 43—45	3	1 526	2 087	543	456	476	311
47—48	2	1 310	1 920	355	430	370	503
» 50—53	4	1 410	1 763	62	87	195	126
» 55—57	3	1 053	1 600	750	910	990	481
Nurmet ennen jälkivaikutuskautta, 37—47	8	1 600	2 318	415	387	405	161
Nurmet jälkivaikutuskauden aikana, 48—53	5	1 426	1 862	146	178	260	240
Nurmet jälkivaikutuskauden jälkeen, 55—59	4	995	1 455	943	1 128	1 208	457

Taulukko 22. Kasvilajianalyysien tuloksia kokeen 20 nurmisadoista

	kg/ha keskim. vuodessa					% koko sadosta				
	Sato		Sadonlisäys			%		lisäys		
	0	NP	K_1	K_2	K_3	0	NP	K_1	K_2	K_3
Keskimäärin nurmissa 43, 55—57, 59, 5 koesatoa										
Apilaa	36	24	40	54	68	1.4	0.6	0.4	0.6	0.8
Timoteita	1 790	2 746	2 512	2 730	3 034	67.6	68.0	15.8	14.3	17.6
Luonnonvar. kasv.	770	1 150	—340	—208	—422	31.0	31.4	—16.2	—14.9	—18.4
Yhteensä	2 596	3 920	2 212	2 576	2 680					

koejäseniltä eri vuosina saadut sadot. Taulukossa 21 esitetään keskiarvoja eri nurmikausilta ja nurmien keskim. sadot ajalta ennen jälkivaikutuskautta, sen ajalta ja ajalta sen jälkeen. Varsinkin lannoittamattomassa mutta myös typpi-fosforialuslannoituksen saaneessa ilmenee satotason laskemista kokeen aikana, joten on todennäköistä, että kalin vaikutus paranee sen vuoksi, että vertailukohde muuttuu. Tässäkin kokeessa kiinnostaa erityisesti kalilannoituksen jälkivaikutus, jonka esille saamiseksi vuosina 48—53 kalilannoitus on jätetty pois. Jälkivaikutus tulee näkyviin samaan tapaan kuin edellisessäkin kokeessa, mutta näyttäisi olevan pienempi. Kaura v. —49 näyttää suhtautuvan hyvin johdonmukaisesti aikaisemmin annettuun kalilannoitukseen. Huomiota herättää, että kalin vaikutus kokeen lopulla on erittäin suuri, mikä kylläkin osittain johtuu vertailuperustan, NP-lannoituksella saadun sadon, muuttumisesta, mihin taas on paljon vaikuttanut v:ina —57 ja —59 saadut pienet sadot.

Kasvilajianalyysien tulokset, taul. 22, muistuttavat paljon kokeessa 19 saatuja vastaavia tuloksia.

III. Koetulosten tarkastelua

1. Eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset eri kasveilla ja eri maalajeilla

Taulukoissa 23—26 esitetään yhteenvetoja koetuloksista. Taulukossa 23 esitetään nurmista, taul. 24 kaurasta, taul. 25 ohrasta ja taul. 26 kevätvehnästä saadut keskimääräiset sadot maalajiryhmittäin. Ruis on ollut koekasvina vain kerran yhdessä kokeessa (koe 16); siitä saadut tulokset on esitetty taul. 7. Taulukoissa esitetään paitsi eri koejäseniltä saadut keskim. sadot myös eri lannoituksilla ja nimenomaan eri kalilannoituksilla saadut

Taulukko 23. Yhdistelmä nurmista keskimäärin saaduista tuloksista ry/ha ja ry/kg kalia, heinäsatoa

Table 23. Results of potash fertilization trials on leys. Average hay yields expressed in food units per hectare and in food units per kilo of potash

	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Hietamaat, 11 kenttää, 57 koesatoa — *Fine sand soils, 11 fields 57 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 411	1 895	2 200	2 238	2 252
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	305	343	357
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	484	305	38	14
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	6.3	3.5	2.5
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	0.8	0.3
Multamaat, 10 kenttää, 54 koesatoa — *Humus soils, 10 fields, 54 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 257	1 876	2 151	2 282	2 306
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	275	406	430
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	619	275	131	24
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	5.6	4.1	2.9
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	2.7	0.5
Turvemaat, 42 kenttää, 234 koesatoa — *Peat soils, 42 fields, 234 trial harvests*					
Sato — *Yield*	978	1 558	2 174	2 328	2 443
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	616	770	885
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	580	616	154	115
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	12.5	7.8	6.0
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	3.1	2.3

sadonlisäykset sekä ry/ha että ry/kg kalia (K_2O). Taulukkoihin on myös merkitty lisättyjen määrien antamat vaikutukset kaikkiaan ja kalikiloa kohti.

Nurmet (taul. 23) ovat antaneet rehuyksiköiksi laskettuna kalilannoituksella parhaat sadonlisäykset korsiviljojen antamien tulosten laskiessa järjestyksessä kaura (taul. 24), ohra (taul. 25) ja kevätvehnä (taul. 26). Järjestys ei kuitenkaan ole johdonmukainen sen vuoksi, että ohra ei ole ollut kalimäärän lisäyksestä yhtä kiitollinen kuin kaura ja kevätvehnä. Erityisesti kivennäismailla on ohran suhtautuminen kalilannoitukseen ollut vaihteleva ja keskimäärin muodostunut negatiiviseksi.

Taulukko 24. Yhdistelmä kaurasta keskimäärin saaduista tuloksista ry/ha ja ry/kg kalia, jyväsatoa

Table 24. Results of potash fertilization trials on oats. Average grain yields in f.u./ha and f.u./kg potash

	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Hietamaat, 7 kenttää, 17 koesatoa — *Fine sand soils, 7 fields, 17 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 550	1 925	2 115	2 137	2 123
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	190	212	198
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	375	190	22	— 14
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	3.9	2.2	1.4
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	0.5	—0.3
Multamaat, 5 kenttää, 13 koesatoa — *Humus soils, 5 fields, 13 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 635	2 077	2 253	2 358	2 445
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	176	281	368
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	442	176	105	87
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	3.6	2.8	2.5
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	2.2	1.8
Turvemaat, 4 kenttää, 9 koesatoa — *Peat soils, 4 fields, 9 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 506	1 881	2 169	2 301	2 433
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	288	420	552
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	375	288	132	132
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	5.9	4.3	3.8
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	2.7	2.7

Taulukkoon 27 on kerätty vastaavat tiedot kaikista kokeissa esiintyneistä kasveista keskimäärin. Tällöin on korsiviljojen olkisadot pitänyt ottaa mukaan, sillä on tapauksia, jolloin korsiviljan sato on korjattu vihantana tai tuleentunutta satoa ei ole syystä tai toisesta voitu puida. Taulukko on lähinnä eri maalajeilta saatujen tulosten vertailu.

Kokonaan ilman lannoitusta, koejäsen 0, saadut sadot ovat tietenkin vaatimattomat. Järjestys hietamaat, multamaat, turvemaat on selvä, kuten on odotettavissa. Typpi-fosforialuslannoitus (koejäsen NP) nostaa satoja tuntuvasti. Suurin on vaikutus multamaiden ryhmässä, jossa tällä lannoi-

Taulukko 25. Yhdistelmä ohrasta keskimäärin saaduista tuloksista ry/ha ja ry/kg kalia, jyväsatoa

Table 25. Results of potash fertilization trials on barley. Average grain yields in f.u./ha and f.u./kg potash

	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Hietamaat, 3 kenttää, 5 koesatoa — *Fine sand soils, 3 fields, 5 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 450	2 112	2 096	1 984	2 038
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	— 16	— 128	— 74
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	662	— 16	— 112	54
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	—0.3	— 1.3	—0.5
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	— 2.3	1.1
Multamaat, 2 kenttää, 4 koesatoa — *Humus soils, 2 fields, 4 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 200	1 685	1 800	1 845	1 850
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	115	160	165
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	485	115	45	5
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	2.4	1.6	1.1
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	0.9	0.1
Turvemaat, 5 kenttää, 10 koesatoa — *Peat soils, 5 fields, 10 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 226	1 796	2 228	2 304	2 354
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	432	508	558
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	570	432	76	50
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	8.9	5.2	3.8
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	1.6	1.0

tuksella saatu keskim. sato nouseekin samaksi kuin kivennäismailla. Turvemaillakin NP-lannoitus nostaa selvästi satoja, mutta ei niin paljon kuin muilla maalajeilla, sillä kalin puuttuminen muodostuu esteeksi. Pienimmän kalimäärän, 120 40 % kalis. tai 100 50 % kalis., vaikutus on keskimäärin hyvä kaikkialla. Turvemailla se on paljon suurempi kuin hieta- ja multamailla, joilla se sattuu olemaan molemmilla sama. Kun kalimäärä nostetaan 2- ja 3-kertaiseksi, tulevat eri maalajien väliset erot näkyviin. Hietamailla on kyllä suurempienkin kalimäärien vaikutus vielä positiivinen, mutta niin pieni, että se tuskin millään hintasuhteilla voi olla kannattava. Multamailla

Taulukko 26. Yhdistelmä kevätvehnästä keskimäärin saaduista tuloksista ry/ha ja ry/kg kalia, jyväsatoa

Table 26. Results of potash fertilization trials on spring wheat. Average grain yields in f.u./ha and f.u./kg potash

	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Hietamaat, 6 kenttää, 7 koesatoa — *Fine sand soils, 6 fields, 7 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 331	1 577	1 868	1 820	1 780
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	291	243	203
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	246	291	— 48	— 40
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	6.0	2.5	1.4
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	—1.0	— 0.8
Multamaat, 2 kenttää, 4 koesatoa — *Humus soils, 2 fields, 4 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 490	1 835	1 875	2 045	2 185
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	40	210	350
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	345	40	170	140
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	0.8	2.2	2.4
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	3.5	2.9
Turvemaat, 1 kenttä, 1 koesato — *Peat soils, 1 field, 1 trial harvest*					
Sato — *Yield*	1 100	860	960	1 200	1 060
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	100	340	200
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	—240	100	240	—140
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	2.0	3.5	1.4
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	4.9	— 2.9

vielä 2-kertaisen kalimäärän vaikutus on kohtalainen, mutta 3-kertaisen jo kovin pieni. Turvemailla vielä 3-kertaisenkin kalimäärän vaikutus voi edullisten hintasuhteiden vallitessa olla kannattava.

Näissä keskiarvoissa on nurmien osuus hyvin huomattava ja suurempi kuin keskimäärin meikäläisessä viljelyssä. Koesadoista on ollut nurmisatoja seuraavasti:

kivennäismaan	kokeissa	64 %
multamaan	»	66 »
turvemaan	»	83 »

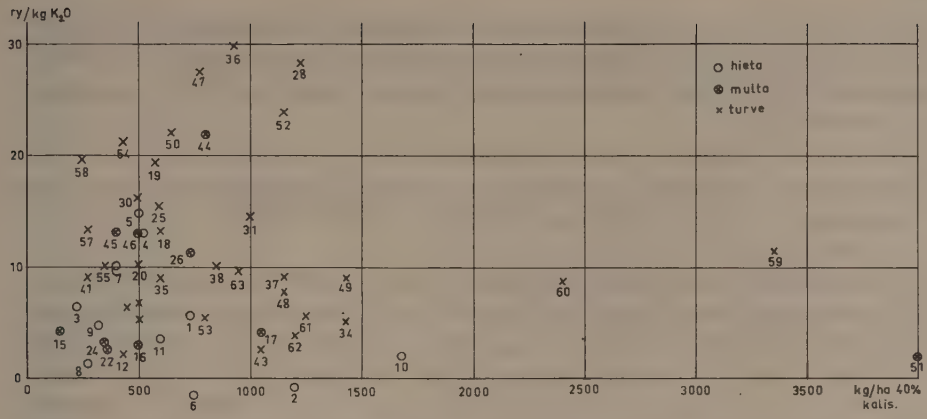
Taulukko 27. Yhdistelmä kaikista kasveista (olkisadot mukana) keskimäärin saaduista tuloksista ry/ha ja ry/kg kalia

Table 27. Results of potash fertilization trials for all the trial crops. Average yields, including straw, expressed in f.u./ha and f.u./kg potash

	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Hietamaat, 11 kenttää, 57 koesatoa — *Fine sand soils, 11 fields, 57 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 684	2 188	2 471	2 485	2 490
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	283	297	302
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	504	283	14	5
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	5.8	3.1	2.1
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	0.3	0.1
Multamaat, 10 kenttää, 82 koesatoa — *Humus soils, 10 fields, 82 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 487	2 124	2 402	2 531	2 575
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	278	407	451
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	637	278	129	44
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	5.6	4.1	3.0
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	2.6	0.9
Turvemaat, 42 kenttää, 281 koesatoa — *Peat soils, 42 fields, 281 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 299	1 647	2 246	2 399	2 486
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	599	752	839
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	348	599	153	87
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	12.0	7.5	5.6
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	3.1	1.7

2. Kalilannoituksella saatujen sadonlisäysten riippuvaisuus maan kalipitoisuudesta ja eräistä muista tekijöistä

Useimmista koekentistä on viljavuusmenetelmällä tehty ns. vaihtuvan kalin määritys. Piirroksessa 10 esitetään maasta kokeen alkaessa määritetyn kalipitoisuuden ja kokeessa todetun kalilannoituksen vaikutuksen vertailu. Kalin vaikutuslukuna on pienimmällä kalimäärällä (K_1) koko koeaikana kaikista kasveista keskim. saatu sadonlisäys ry kiloa kohti lannoituksessa annettua kalia. Pisteiden sijoittumisessa akselistolle ei voi nähdä paljoakaan säännönmukaisuutta. Hietamaiden pisteet sijoittuvat vasempaan alanurkkaan, mikä merkitsee sitä, että vaikka koemaissa on ollut vähän analyysissä esille tulevaa kalia, myös kalin vaikutus on ollut pieni. Multa- ja turvemaiden pisteet sijoittuvat hyvin hajalleen ilman selvää johdonmukaisuutta.



Piirros 10. Maan vaihtuvan kalin määrät (kg/ha 40 % kalis.) ja kalilannoituksella K_1 saadut sadonlisäykset ry/kg kalia.

Fig. 10. Exchangeable potassium in the soil (as kg/ha 40 % muriate of potash) and yield increases from potash application K_1 (f.u./kg potash). The soil types are indicated as follows: fine sand = circle; humus = circle with cross; peat = cross.

Paitsi maasta saatavissa olevasta kalista riippuu kalilannoituksen vaikutus hyvin monesta muustakin tekijästä, mutta niitä ei läheskään kaikkia voida tietää ainakaan tässä tutkimuksessa mukana olevasta aineistosta. Eräs näkökohta on kuitenkin hyvin selvä, nim. se, että minkä tahansa lannoituksen vaikutus voi muodostua parhaimmaksi sellaisissa tapauksissa, joissa satotaso ilman ko. lannoitusta on alhainen, jolloin sadon nousuun on mahdollisuudet.

Aineistosta yritettiin tilastomatemaattisin keinoin selvittää, missä määrin kalilannoituksella saatu sadonlisäys on riippunut maan vaihtuvan kalin määrästä ja typpi-fosforialuslannoituksella saadusta satotasosta.

Merkitään:

Y = kalilannoituksella K_1 saatu sadonlisäys ry/kg kalia
x_1 = maassa vaihtuvaa kalia (kg/ha 40 % kalis.) kokeen alkaessa
x_2 = typpi-fosforialuslannoituksella saatu satotaso ry/ha

Osittaisregressiota kuvaavan yhtälön:

$$Y = b_1 x_1 + b_2 x_2 + a$$

kertoimiksi ja niiden keskivirheiksi saadaan eri maalajiryhmissä:

	Koe-kenttiä	b_1	b_2	a	R
hietamaat	11	—0.007 ±0.0088	—0.00718* ±0.002428	24.85	0.778*
multamaat	10	—0.001 ±0.0028	—0.00892 ±0.009021	26.67	0.737
turvemaat	33	+0.0002 ±0.0020	—0.00770* ±0.002902	24.55	0.437*

Maassa kokeen alkaessa todetun vaihtuvan kalin määrän x_1 ja kalilannoituksen antaman sadonlisäyksen välinen osittaisregressiokerroin b_1 muodostuu pieneksi kaikissa maalajiryhmissä, eikä sille tule tilastollista merkitsevyyttä.

Sen sijaan typpi-fosforialuslannoituksella saadun satotason, x_2, ja kalilannoituksen antaman sadonlisäyksen välinen osittaisregressiokerroin b_2 muodostuu verraten korkeaksi, ja sille tulee tilastollinen merkitsevyys hietamaiden ja turvemaiden ryhmissä.

Hietamaiden koekentistä on lieteanalyysit, taul. 1. Aineistosta yritettiin tilastomatemaattisin keinoin selvittää, mikä osuus maan savilajitepitoisuudella on kalilannoituksella saaduissa sadonlisäyksissä. Tilastollisesti

Taulukko 28. Kalilannoituksen vaikutus turve- ja multamailla nurmilla eri puolilla maata keskimäärin ry/ha ja ry/kg kalia

Table 28. The effect of potash fertilization upon leys on humus and peat soils in various regions of Finland. Average yields in f.u./ha and f.u./kg potash

	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Eteläisimmät kokeet, 60—62°, 5 koetta, 15 satovuotta *Southern Finland 60—62°, 5 trials, 15 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 332	1 761	2 087	2 224	2 345
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	326	463	584
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	429	326	137	121
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	6.7	4.8	4.0
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	2.8	2.5
Keski-Suomen kokeet, 63—64°, 9 koetta, 98 koesatoa *Central Finland, 63—64°, 9 trials, 98 trial harvests*					
Sato — *Yield*	1 230	1 785	2 270	2 424	2 494
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	485	639	709
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	555	485	154	70
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	12.2	8.0	4.4
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	3.8	1.8
Pohjois-Suomen kokeet, 64°—, 38 koetta, 175 satovuotta *Northern Finland, 64°—, 38 trials, 175 trial harvests*					
Sato — *Yield*	927	1 512	2 126	2 274	2 346
Sadonlisäys verrattuna NP-lann. — *Yield increase compared to NP treatment*	—	—	614	762	834
Sadonlisäys verrattuna aina edelliseen — *Yield increase compared to preceding treatment*	—	585	614	148	72
Sadonlisäys kilolla kalia — *Yield increase per kilo potash*	—	—	12.7	7.9	5.8
Sadonlisäys lisätyllä kilolla kalia — *Yield increase per additional kilo potash*	—	—	—	3.1	1.5

merkitsevää riippuvaisuutta ei kuitenkaan voitu todeta ($R = 0.194$). Syynä tähän kielteiseen tulokseen on todennäköisesti aineiston harvalukuisuuden lisäksi se, että koemaissa sattuvat savipitoisuudet olemaan kovin lähellä toisiaan (taul. 1).

3. Kalilannoituksen vaikutus eri osissa maata

Kuten piirr. 1 nähdään, tässä selostettavia kokeita on ollut toisaalta aivan maan eteläosissa, 60 leveyspiirin tienoilla ja toisaalta jopa niinkin pohjoisessa kuin 69 leveyspiirin tienoilla. On täysin mahdollista, että näin suuret erot kenttien sijainnissa pohjois—eteläsuunnassa voivat vaikuttaa kokeiden tuloksiin. Asian selvittämiseksi on tehty muutamia vertailuja. Jotta tähän pohjois—eteläsuunnan merkitystä koskevaan vertailuun olisi saatu mahdollisimman laaja mutta kuitenkin yhtenäinen aineisto, otettiin mukaan nurmien sadot multa- ja turvemailta ja koko tämä aineisto jaettiin vain kolmeen ryhmään, nim. 1) leveyspiirien 60—62 ja 2) leveyspiirien 63—64 välillä sekä 3) leveyspiirin 64 pohjoispuolella sijainneet kentät.

Taulukossa 28 esitetään näiden kolmen koeryhmän vertailu. Lannoittamattoman 0-koejäsenen sadot pienenevät selvästi pohjoista kohti, mutta typpi-fosforialuslannoituksen saaneessa ovat nämä erot paljon pienemmät. Kalilannoituksen vaikutus näyttää lisääntyvän pohjoista kohti. Suuntaus on selvin pienimmällä kalimäärällä, mutta näkyy vielä, joskaan ei johdonmukaisena, lisättyjenkin määrien vaikutusluvuissa.

4. Jatketun kalilla lannoittamisen vaikutus

Tutkimuksessa selostetut kokeet ovat kaikki ns. uusintalannoituskokeita, joissa samat koelannoitukset annetaan vuodesta toiseen. Käsityksen siitä, kuinka tällainen jatkuva lannoitteiden käyttö on vaikuttanut eräissä yksityistapauksissa, saa piirroksista 2, 4, 6, 8 ja 9, joissa esitetään muutamilla koekentillä todettu satojen kehitys vuosien kuluessa. Piirroksista 4, 6, 8 ja 9 saa myös käsityksen siitä, mitä kalilannoituksen pois jättäminen on vaikuttanut eli toisin sanottuna, minkälainen on ollut kalilannoituksen jälkivaikutus.

Yksityisen kokeen tai edes muutaman harvan kokeen keskimääräisten tulosten yleistäminen on kuitenkin epävarmaa. On otettava huomioon mm. suuret vuotuisvaihtelut, jotka helposti voivat peittää esim. jonkin lannoituskäsittelyn vaikutukset (ks. satokäyriä piirr. 2, 4, 6, 8 ja 9). Jotta saataisiin laajemmalle pohjalle perustuva ja satunnaisuuksista vapaampi vertailu jatkuvan lannoituksen antamista tuloksista, on taulukkoon 29 laskettu

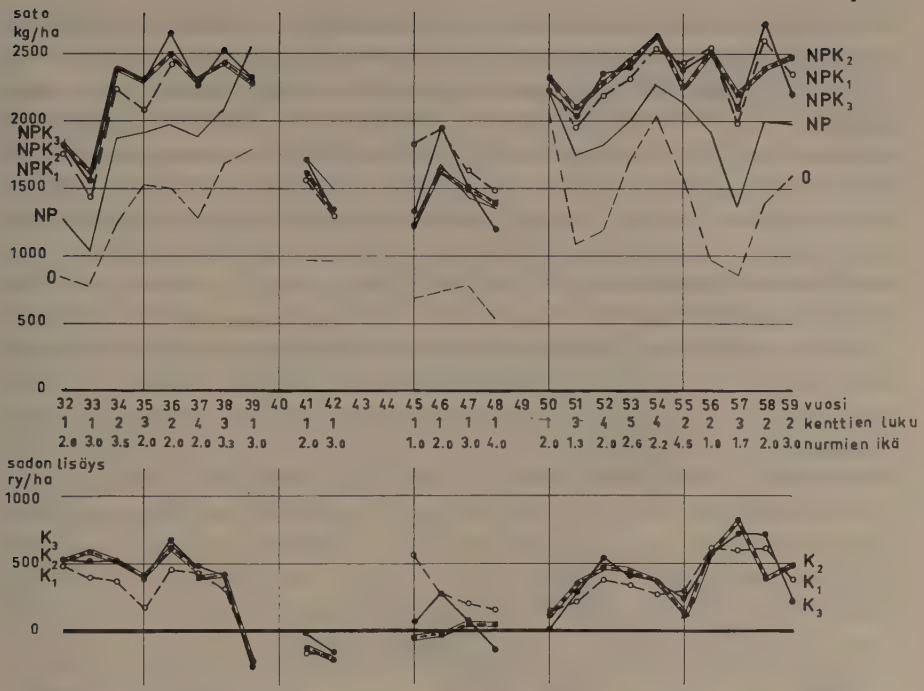
Taulukko 29. Uusitun kalilannoituksen vaikutus, ry/ha
Table 29. The effect of continued potash fertilization. Yields in f.u./ha

	Sato NP-lannoituksella *Yield with NP-fert.*	Sadonlisäys kalilannoituksella *Yield increase with potash*		
		K_1	K_2	K_3
Hietamaat, 7 kenttää — *Fine sand soils, 7 fields*				
Keskim. tulokset ensimmäisenä 3-vuotiskautena — *Av. results for first 3-year period*	2 200	259	366	338
Keskim. tulokset toisena 3-vuotiskautena — *Av. results for second 3-year period*	2 485	444	515	467
Erotus — *Diff.*	—285	—185	—149	—129
Multa- ja turvemaat, 21 kenttää — *Humus and peat soils, 21 fields*				
Keskim. tulokset ensimmäisenä 3-vuotiskautena — *Av. results for first 3-year period*	2 026	601	776	837
Keskim. tulokset toisena 3-vuotiskautena — *Av. results for second 3-year period*	1 531	721	873	895
Erotus — *Diff.*	495	—120	— 97	— 58

typpi-fosforialuslannoituksella saadut keskimääräiset sadot ja eri kalimäärillä saadut sadonlisäykset erikseen kokeiden kolmelta ensimmäiseltä ja erikseen kolmelta tätä ensimmäistä kolmivuotiskautta seuranneelta vuodelta. Tulokset on esitetty erikseen kivennäismailta ja multa- ja turvemailta. Aineisto jää verraten suppeaksi, sillä läheskään kaikista kokeista ei ole tällaista aukotonta 6-vuotiskautta kokeen alusta lukien.

Olisi johdonmukaista, että ensimmäisenä 3-vuotisjaksona sadot olisivat korkeammat kuin sitä seuraavana toisena 3-vuotisjaksona, sillä ensimmäiseen jaksoon tulee useampia nurmen suojaviljoja ja nurmet ovat nuorempia kuin toisessa jaksossa. Hietamaiden ryhmässä ovat kuitenkin toisen jakson sadot suuremmat kuin ensimmäisen, mikä mahdollisesti johtuu sääsuhteiden vaikutuksesta. Multa- ja turvemaiden ryhmässä ovat typpi-fosforialuslannoituksella saadut sadot toisen jakson aikana alemmat kuin ensimmäisen. On hyvin mahdollista, että tämä näiden kahden maalajiryhmän välinen ero johtuu siitä, että multa- ja turvemaista kali ehtyy nopeammin kuin kivennäismaista.

Tässä on kuitenkin päähuomio kohdistettava kalin vaikutukseen näiden kahden jakson aikana. Voidaan todeta, että kalin vaikutus on kauttaaltaan ollut parempi toisen kuin ensimmäisen jakson aikana. Kalin vaikutus ei ole pienentynyt lannoitusta jatkettaessa edes hietamaiden ryhmässä, jossa varmastikaan asia ei mene epäselväksi vertailukohteen (= NP-koejäsenen sato) muuttumisen vuoksi. Multa- ja turvemaiden ryhmässä sen sijaan tällaista vaikutusta voi olla mukana, sillä vertailukohde, NP-lannoituksella



Piirros 11. Kivennäismaan kokeet: satotaso ja kalilannoituksella saadut sadonlisäykset keskim. eri vuosina ry/ha.

Fig. 11. Yields (f.u./ha) on sandy soils in different years. The upper curve represents yields from the various treatments, while the lower curve shows yield increases from potash application. The years, the number of the trial fields, and the average age of the leys are shown in the centre. Data are lacking for the years 1940, 1943—44, and 1949.

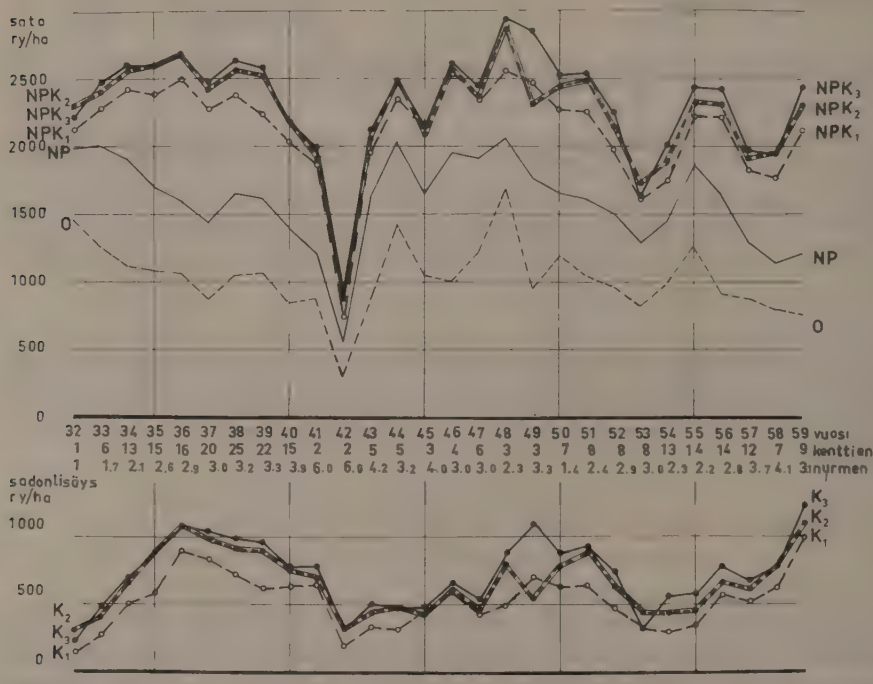
saatu satotulos, on muuttunut. Kiintoisaa on panna merkille, että kalilannoituksella saadun sadonlisäyksen paraneminen ajan mukana on sitä pienempää, mitä runsaammasta kalimäärästä on kysymys. Tämäkin tukee sitä käsitystä, että kalilannoituksella on jälkivaikutusta.

5. Satotaso ja kalilannoituksen vaikutus eri aikoina

Tutkimuksessa tarkastellut kokeet ovat olleet käynnissä vuosina 1932—59, joten koesatoja on kaikkiaan 28 eri kasvukauden ajalta. Eri vuosina käynnissä olleiden kokeiden lukumäärissä on paljon vaihtelua, piirr. 1. Suurimmillaan on kokeiden lukumäärä ollut 30-luvun loppupuolella, sota-aikana kokeiden luku on supistunut hyvin pieneksi, mutta 50-luvulla on taas uudelleen useita kokeita käynnissä. Jos kokeita olisi ollut suuri luku-

määrä ja kaikkina vuosina suunnilleen yhtä monta, voitaisiin ajatella, että esim. kasvukausien erilaisuudesta johtuva vaihtelu olisi näin pitkänä aikana jo suuressa määrässä tasoittunut, ts. koeaikaan sisältyisi niin paljon erilaisia kasvukausia, että saadut keskiarvot vastaisivat keskimääräisissä sääoloissa saatavia. Näin ei ilmeisestikään voi olla, sillä kokeita sattuu eniten sääsuhteitaan edullisiin aikoihin 30- ja 50-luvuilla, kun taas epäedulliselta 40-luvulta on tuloksia verraten vähän. Siten kokeissa saatu satotaso ja lannoitteiden vaikutusluvut on arvioitava saaduiksi keskimääräistä hieman edullisemmissa sääoloissa.

Käsityksen saamiseksi siitä, mikä on ollut satotaso ja kalilannoituksen vaikutus eri vuosina, on näitä asioita esitetty kivennäismaiden kokeista piirroksessa 11 ja multa- ja turvemaiden kokeista piirroksessa 12. Näihin esityksiin on otettu tiedot vain nurmisadoista. Eri käyrinä on esitetty eri koejäseniltä saadut sadot ja eri kalimäärien antamat sadonlisäykset. Piirroksiin on merkitty keskiarvoihin sisältyvien koekenttien lukumäärät ja nurmien keskimääräiset iät (kunakin vuotena laskettu yhteen nurmien iät



Piirros 12. Multa- ja turvemaan kokeet: satotaso ja kalilannoituksella saadut sadonlisäykset keskim. eri vuosina ry/ha.

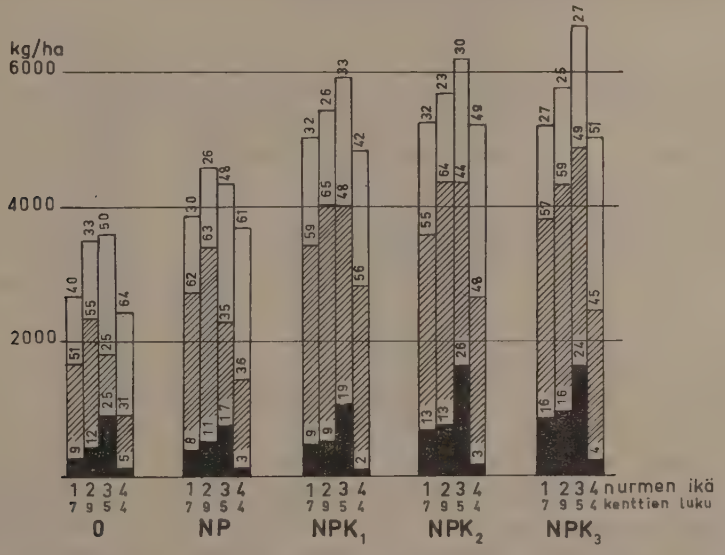
Fig. 12. Yields (f.u. ha) from leys on humus and peat soils in different years. For explanations see Fig. 11.

ja summa jaettu kokeiden lukumäärällä). On tarpeen kiinnittää huomiota kenttien lukumääriin eri vuosina. Kivennäismaan kokeiden esitykseen, piirr. 11, jää suoranaisia aukkoja, kun on vuosia, jolloin ei ole nurmisatoja ainoaltakaan kentältä, mutta myös multa- ja turvemaiden esityksessä, piirr. 12, on vuosia, jolloin keskiarvot on vain parista tai muutamasta harvasta kokeesta. On selvää, että jonkin 10—20 kentän keskiarvo on painavampi kuin muutaman harvan.

Jos piirroksissa 11 ja 12 verrataan toisiinsa satotasokäyriä ja kalilannoituksen eri vuosina antamien sadonlisäysten käyriä, voidaan todeta melkoinen yhdenmukaisuus. Tämä viittaisi siihen, että kalilannoituksen vaikutus olisi parempi suotuisina kasvukausina ja huonompi epäsuotuisina.

6. Kalilannoituksen vaikutus nurmien tuotantokykyisinä säilymiseen

Nurmen ikä vaikuttaa tunnetusti paljon sen satoisuuteen sekä kasvilajikokoomukseen. Tiedetään myös, että lannoituksella voi olla paljonkin vaikutusta nurmen tuotantokykyisenä säilymiseen ja sen eri kasvilajeihin. Käsillä olevasta aineistosta on mahdollista saada vertailuja siitä, mitä erilainen kalilannoitus vaikuttaa nurmien tuotantokykyisenä säilymiseen.



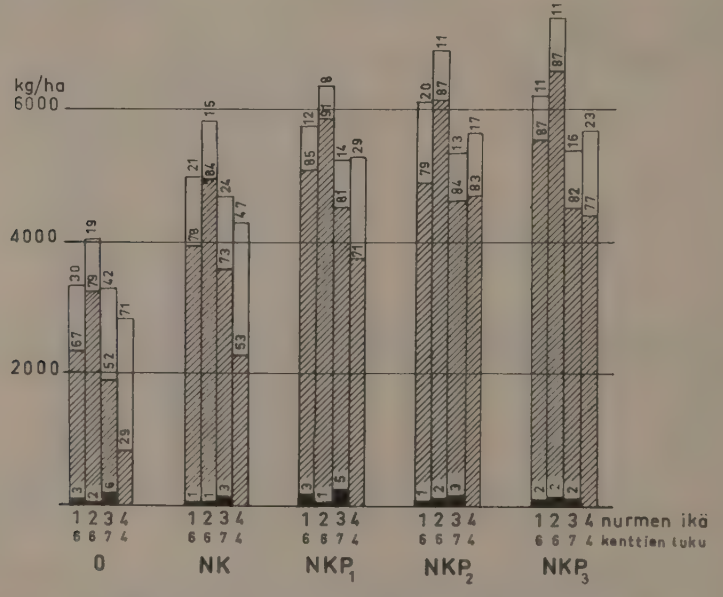
Piirros 13. Hietamaan kokeet: eri ikäisten nurmien sadot kg/ha (koko pylväät) sekä satojen kasvilajikokoonpano kg (eri varjostukset) ja % (numeroin.

Fig. 13. Trials on fine sand soil. Yields (kg/ha) of leys of different age (entire column). The botanical composition of the ley is shown in kg by various shadings and as a % by the numerical figure in the column. The age of the ley, the number of the trial fields, and the various fertilization treatments are indicated below the column.

Piirroksessa 13 nähdään eri-ikäisten nurmien satojen vertailu hietamaiden ryhmässä niissä kokeissa, joista on olemassa satojen kasvilajianalyysit. Kalilannoituksella on ollut selvä satoja parantava vaikutus, mutta eri kalimäärillä saatujen satojen erot ovat pienet. Ensimmäisen vuoden nurmet eivät ole olleet satoisimmat, vaan ilman lannoitusta sekä typpifosforilannoituksella toisen vuoden nurmet ja eri kalilannoituksilla kolmannen vuoden nurmet. Neljäntenä nurmivuotena sato vähenee hyvin samaan tapaan kaikilla eri lannoituksilla. Nähdään, että kivennäismailla kalilannoitus on parantanut nurmien satoisuuden säilymistä ainakin kolmannen vuoden nurmeen asti.

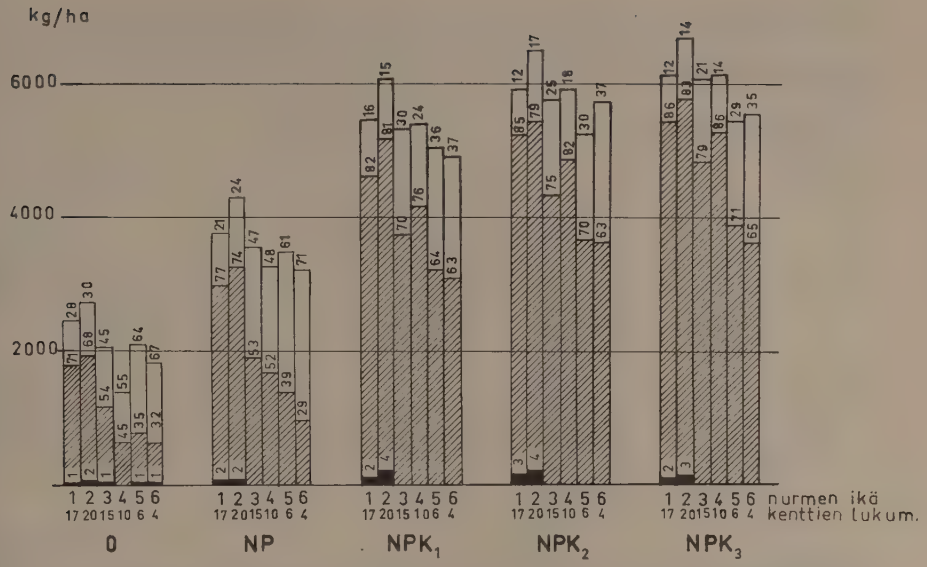
Piirroksessa 14 esitetään vastaavat asiat multamailla olleista kokeista. Satoja esittävien pylväsryhmien suhteet ovat samantapaiset kuin kivennäismailla olleiden kokeiden. Erona on, että toisen vuoden nurmet ovat olleet satoisimmat kaikilla eri lannoituksilla. Lisäksi näyttäisi siltä, että runsaamman kalimäärän vaikutus olisi multamailla selvemmin edullista kuin kivennäismailla.

Piirroksessa 15 esitetään vastaavat asiat turvemaiden kokeista. Kokeiden lukumäärät ovat paljon suuremmat kuin muissa maalajiryhmissä. Nurmia on turvemailla ylläpidetty kauemmin kuin muilla maalajeilla, joten



Piirros 14. Multamaan kokeet: eri ikäisten nurmien sadot kg/ha sekä satojen kasvilajikokoonpano kg ja %.

Fig. 14. Trials on humus soil. Hay yields (kg/ha) and botanical composition (kg and %) of leys of different age. For explanations see Fig. 13.



Piirros 15. Turvemaan kokeet: eri ikäisten nurmien sadot kg/ha sekä satojen kasvilajikokoonpano kg ja %.

Fig. 15. Trials on peat soil. Hay yields (kg/ha) and botanical composition (kg and %) of leys of different age. For explanations see Fig. 13.

myös tämä vertailu saadaan koskemaan jopa kuudennen vuoden nurmia. Lannoitusten ja nimenomaan kalilannoituksen vaikutus on turvemailla selvästi suurempi kuin muilla maalajeilla. Toisen vuoden nurmet ovat kaikissa tapauksissa satoisimmat, ja lasku tapahtuu kiloina samaan tapaan kaikilla eri lannoitustavoilla, mutta monipuolisemmin ja runsaammin lannoitettujen korkeamman satotason vuoksi prosenttinen aleneminen on pienintä kalilannoituksen saaneissa koejäsenissä.

7. Kalilannoitus ja nurmien kasvilajikokoomus

Piirroksissa 13, 14 ja 15 on ilmoitettu eri-ikäisistä nurmista paitsi satomäärät myös satojen kasvilajikokoomus sekä kiloina (eri varjostukset) että prosentteina (numerot). Taul. 30 esitetään lisäksi nurmien kasvilajikokoomukset keskiarvoina kaikista tehdyistä kasvilajianalyyseistä, jolloin mukana ovat kaikenikäiset nurmet. Timotei on kaikkialla ollut nurmien valtakasvina, apilaa sen sijaan on ollut vain kivennäismailla ja niilläkin vain vähän. Ns. luonnonvaraisia kasveja on keskimäärin ollut kovin runsaasti; ne ovat olleet aivan valtaosalta lauhaa ja rölliä.

Taulukko 30. Kasvilajianalyysien tuloksia kg/ha heiniä ja % 0- ja NP-koejäsenissä, muissa muutos verrattuna NP-koejäseneen

Table 30. Botanical analyses of leys in potash fertilization trials. Results expressed in kg/ha hay and in percentage

	kg/ha/v *kg/ha/per year*					% koko sadosta *Percent of total yield*				
	Sato *Yield*		Sadonlisäys *Yield increase*			%		Lisäys *Increase compared to NP*		
	0	NP	K_1	K_2	K_3	0	NP	K_1	K_2	K_3
Hietamaat, 10 kenttää, anal. 26 koesadosta *Fine sand soils, 10 fields, 26 trial harvests analyzed*										
Apilaa — *Clover*	512	467	108	345	446	16.3	11.0	— 0.3	3.5	5.0
Timoteita — *Timothy* ..	1 412	2 266	847	837	837	45.0	53.5	4.6	1.9	1.1
Luonnonv. kasvit — *Wild grasses*	1 211	1 506	165	179	165	38.7	35.5	— 4.3	— 5.4	— 6.1
Yhteensä — *Total*	3 135	4 239	1 120	1 361	1 448					
Multamaat, 6 kenttää, anal. 27 koesadosta *Humus soils, 6 fields, 27 trial harvests analyzed*										
Apilaa — *Clover*	91	66	65	12	33	2.8	1.4	1.0	— 0.1	0.2
Timoteita — *Timothy* ..	1 849	3 393	951	1 270	1 321	57.2	70.6	7.7	8.4	7.4
Luonnonv. kasvit — *Wild grasses*	1 293	1 343	—269	—181	—109	40.0	28.0	— 8.7	— 8.3	— 7.6
Yhteensä — *Total*	3 233	4 802	747	1 101	1 245					
Turvemaat, 25 kenttää, anal. 77 koesadosta *Peat soils, 25 fields, 77 trial harvests analyzed*										
Apilaa — *Clover*	29	46	56	82	49	1.2	1.2	0.6	0.9	0.3
Timoteita — *Timothy* ..	1 443	2 651	1 739	2 196	2 438	62.9	68.4	9.8	11.7	14.3
Luonnonv. kasvit — *Wild grasses*	824	1 179	— 57	—104	—210	35.9	30.4	—10.4	—12.6	—14.6
Yhteensä — *Total*	2 296	3 876	1 738	2 174	2 277					
Keskim. kaikki, 41 kenttää, anal. 130 koesadosta *All trials combined, 41 fields, 130 harvests analyzed*										
Apilaa — *Clover*	139	135	68	119	124	5.2	3.3	0.4	1.0	1.0
Timoteita — *Timothy* ..	1 522	2 728	1 397	1 732	1 886	57.2	65.9	8.4	9.3	10.5
Luonnonv. kasvit — *Wild grasses*	1 000	1 278	— 56	— 63	—113	37.6	30.8	— 8.8	—10.3	—11.5
Yhteensä — *Total*	2 661	4 141	1 409	1 788	1 897					

Apilan määriin, piirr. 13, taul. 30, on kalilannoituksella ja sen lisäämisellä ollut selvä ja johdonmukainen positiivinen vaikutus, vert. AGERBERG 1959, s. 27. Apilan runsain esiintyminen kolmannen vuoden nurmissa on kai sattuma, joka johtunee vain apilan kaiken kaikkiaan pienistä määristä.

Timotein sekä kilo- että prosenttimääriin on kalilannoituksella samaten aivan selvä positiivinen vaikutus. Erityisesti multa- ja turvemailla, piirr. 14 ja 15, taul. 30, kalimäärän nostamisella on johdonmukainen positiivinen vaikutus timoteihin. Varsinkin turvemailla tulee selvästi näkyviin kalilannoituksen timotein satoisuutta ylläpitävä vaikutus; vrt. vanhimpien nurmien timoteiprosentteja piirr. 15.

Taulukko 31. Nurmisatojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka.
Table 31. The content of various plant nutrients in hay yields, g/kg dry matter

	Kenttiä *No. of fields*	Koesatoja *No. of harvests*	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3	Pienin merkitsevä ero *Least signif. diff.*
Typpeä, N — *Nitrogen*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	10	21	13.1	13.5	13.2	13.3	13.5	(0.70)
Multamaat — *Humus soils*	6	26	13.2	13.8	12.2	12.6	12.1	0.75
Turvemaat — *Peat soils*	22	65	15.9	16.9	13.8	13.3	12.8	0.77
Keskimäärin — *Average*	38	112	14.7	15.5	13.3	13.1	12.8	0.53
Fosforihappoa, P_2O_5 — *Phosphorus*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	10	21	3.9	4.8	4.5	4.5	4.4	0.25
Multamaat — *Humus soils*	6	24	3.9	5.2	5.2	5.0	4.9	0.37
Turvemaat — *Peat soils*	22	64	3.8	6.8	5.8	5.6	5.4	0.33
Keskimäärin — *Average*	38	109	3.8	6.1	5.4	5.2	5.1	0.23
Kalia, K_2O — *Potash*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	10	21	16.0	15.8	20.7	22.5	24.8	1.85
Multamaat — *Humus soils*	6	24	14.0	14.2	18.3	20.8	23.1	1.64
Turvemaat — *Peat soils*	22	64	12.7	11.2	16.1	19.2	22.4	1.02
Keskimäärin — *Average*	38	109	13.6	12.7	17.5	20.2	23.0	0.78
Kalkkia, CaO — *Calcium*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	10	20	7.3	7.5	6.7	6.7	6.4	(0.95)
Multamaat — *Humus soils*	6	24	4.5	4.8	4.3	4.1	3.8	0.49
Turvemaat — *Peat soils*	21	62	6.1	7.1	5.8	5.2	4.6	0.45
Keskimäärin — *Average*	37	106	5.9	6.7	5.6	5.3	4.8	0.34
Magneesiaa, MgO — *Magnesium*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	10	20	3.3	3.2	2.5	2.3	2.1	0.37
Multamaat — *Humus soils*	6	24	3.4	3.2	2.4	2.3	2.0	0.35
Turvemaat — *Peat soils*	21	62	4.0	4.4	3.1	2.5	2.1	0.30
Keskimäärin — *Average*	37	106	3.7	3.9	2.8	2.4	2.1	0.21

Luonnonvaraisten kasvien määriä kalilannoitus on vähentänyt, pienessä mitassa jopa kilomääriä, mutta selvemmin prosenttimääriä. Varsinkin turvemaiden ryhmässä tulee näkyviin lisättyjen kalimäärien lisääntyvä vaikutus.

8. Lannoitus ja satotuotteiden kasvinravinnepitoisuus

Eniten on kasvinravinnemäärityksiä nurmien sadoista. Niiden tulokset nähdään taulukossa 31, jossa ravinnemäärät on ilmoitettu grammoina kuiva-ainekiloa kohti. Analyysien melkoisen lukumäärän ja eri koejäsenten keskisten suurien erojen vuoksi tulee erotuksiin yleensä korkeat tilastolliset merkitsevyydet. Vain typpi- ja kalkkipitoisuuksien erot kivennäismaiden kokeissa jäävät ilman merkitsevyyttä. Eri kasvinravinteiden

Taulukko 32. Kauran satojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka.
Table 32. The content of plant nutrients in oats, g/kg dry matter

	Kenttiä *No. of fields*	Koesatoja *No. of harvests*	0	NP	NPK$_1$	NPK$_2$	NPK$_3$
Jyvät — *Grain*							
Typpeä — *Nitrogen*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	2	3	21.4	21.5	20.6	19.5	19.5
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	3	4	19.3	21.9	21.8	22.1	21.1
Keskimäärin — *Average*	5	7	20.2	21.7	21.3	21.0	20.4
Fosforihappoa — *Phosphorus*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	2	3	7.7	8.1	8.4	7.9	7.9
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	3	4	8.1	8.7	8.4	8.7	8.5
Keskimäärin — *Average*	5	7	7.9	8.4	8.4	8.4	8.3
Kalia — *Potash*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	2	3	5.2	5.4	5.6	5.2	5.5
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	3	4	5.9	6.0	5.9	6.0	6.2
Keskimäärin — *Average*	5	7	5.6	5.7	5.8	5.7	5.9
Kalkkia — *Calcium*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	2	3	1.0	1.1	1.3	1.2	1.2
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	2	3	1.0	0.8	0.9	1.2	1.1
Keskimäärin — *Average*	4	6	1.0	0.9	1.1	1.2	1.1
Magneesiaa — *Magnesium*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	2	3	1.9	1.9	2.1	2.0	1.9
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	2	3	2.5	2.3	2.4	2.3	2.3
Keskimäärin — *Average*	4	6	2.2	2.1	2.2	2.1	2.1
Oljet — *Straw*							
Typpeä — *Nitrogen*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	2	9.1	8.3	8.2	8.1	7.8
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	2	3	8.4	8.2	6.9	10.1	8.5
Keskimäärin — *Average*	3	5	8.7	8.3	7.4	9.3	8.2
Fosforihappoa — *Phosphorus*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	2	1.9	3.0	2.8	2.4	2.7
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	2	3	2.8	3.1	2.9	3.0	2.8
Keskimäärin — *Average*	3	5	2.4	3.1	2.9	2.8	2.7
Kalia — *Potash*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	2	17.1	17.9	19.8	22.0	24.1
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	2	3	10.3	8.6	13.6	17.2	21.4
Keskimäärin — *Average*	3	5	13.0	12.3	16.1	19.1	22.5
Kalkkia — *Calcium*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	2	4.3	4.0	4.0	3.3	3.5
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	1	2	2.3	2.7	2.1	2.2	2.0
Keskimäärin — *Average*	2	4	3.3	3.4	3.1	2.7	2.7
Magnesiaa — *Magnesium*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	2	1.7	1.4	1.2	1.0	1.0
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	1	2	2.5	2.4	2.1	2.2	1.9
Keskimäärin — *Average*	2	4	2.1	1.9	1.6	1.6	1.4

määrät heinäsadoissa ovat jokseenkin samat kuin aikaisemmin on saatu eri fosforimäärien kokeiden aineistolle (Salonen ja Tainio 1957, s. 88—95); vain fosforihappo-, kalkki- ja magneesiamäärät ovat tässä eri kalimäärien kokeiden aineistossa hieman suuremmat.

Saatujen lukujen mukaan kalilannoitus on multa- ja turvemailla hieman alentanut nurmisatojen typpipitoisuutta ja siten valkuaispitoisuutta. Samaten näyttää kalilannoitus hieman alentavan myös heinien fosforihappopitoisuutta, mikä sekin ilmenee selvimpänä multa- ja turvemailla. Satojen kalipitoisuuksiin on kalilannoituksella tietenkin nostava vaikutus, mikä onkin hyvin tuntuva kaikissa maalajiryhmissä. Heinien kalipitoisuuden nousu runsaan kalilannoituksen vuoksi on niin suuri, että on syytä epäillä sen vaikuttavan epäedullisesti sadon rehuarvoon. Lisätty kalilannoitus on vaikuttanut alentavasti myös heinäsatojen kalkki- ja varsinkin magneesiapitoisuuksiin. Molemmat vaikutukset tulevat selvästi näkyviin kaikissa maalajiryhmissä, mutta ehkä kaikkein eniten multa- ja turvemailla.

Taulukko 33. Ohran satojen kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka
Table 33. The content of plant nutrients in barley, g/kg dry matter

	Kenttiä *No. of fields*	Koesatoja *No. of harvests*	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Jyvät, turvemaa — *Grain, peat soil*							
Typpeä — *Nitrogen*	1	1	18.0	18.9	18.5	19.0	18.4
Fosforihappoa — *Phosphorus*	1	1	9.6	9.9	10.3	10.4	9.8
Kalia — *Potash*	1	1	6.5	6.5	6.2	6.3	6.1
Kalkkia — *Calcium*	1	1	0.5	0.4	0.6	0.4	0.5
Magneesiaa — *Magnesium*	1	1	1.9	1.6	2.2	1.7	2.0
Oljet — *Straw*							
Typpeä — *Nitrogen*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	1	5.5	5.5	4.7	4.3	4.3
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	1	2	10.2	11.4	8.5	9.0	6.5
Fosforihappoa — *Phosphorus*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	1	2.2	2.0	1.8	1.8	1.7
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	1	2	3.4	3.4	3.4	2.7	3.0
Kalia — *Potash*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	1	17.0	19.3	19.5	21.2	19.1
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	1	2	11.1	9.6	16.4	17.5	17.7
Kalkkia — *Calcium*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	1	5.6	6.8	6.1	3.9	4.2
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	1	2	5.5	6.0	5.5	5.4	4.3
Magneesiaa — *Magnesium*							
Hietamaat — *Fine sand soils*	1	1	1.3	1.3	1.2	0.9	1.0
Multa- ja turvemaat—*Humus and peat soils*	1	2	3.1	2.8	2.6	2.4	2.0

Taulukko 34. Rukiin olkien, sekulin sekä vihantaohran ja vihantakauran kasvinravinnepitoisuuksia, g/kg ka

Table 34. The content of plant nutrients in rye straw, mixed cereal crop, green fodder of oats, and green fodder of barley, g/kg dry matter

	0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Ruis, oljet, multamaa, 1 kenttä, 1 koesato *Rye, straw, humus soil, 1 field, 1 harvest*					
Typpeä — *Nitrogen*	9.7	10.3	10.2	10.2	10.6
Fosforihappoa — *Phosphorus*	2.5	2.7	2.7	3.3	3.6
Kalia — *Potash*	11.0	11.6	10.6	11.9	15.4
Kalkkia — *Calcium*	2.4	2.4	2.3	2.1	1.8
Magneesiaa — *Magnesium*	0.6	0.6	0.7	0.7	0.5
Sekuli, jyvät, turvemaa, 1 kenttä, 1 koesato *Mixed cereal crop, grain, peat soil, 1 field, 1 harvest*					
Typpeä — *Nitrogen*	26.4	28.9	35.7	33.4	28.2
Fosforihappoa — *Phosphorus*	7.6	8.8	9.3	8.7	9.0
Kalia — *Potash*	6.9	6.6	6.7	6.7	6.6
Kalkkia — *Calcium*	4.7	5.1	5.1	4.7	4.7
Magneesiaa — *Magnesium*	2.4	2.5	2.6	2.4	2.3
Sekuli, oljet, turvemaa, 1 kenttä, 1 koesato *Mixed cereal crop, straw, peat soil, 1 field, 1 harvest*					
Typpeä — *Nitrogen*	11.0	13.1	12.3	11.2	10.8
Fosforihappoa — *Phosphorus*	1.7	2.4	2.5	2.3	2.2
Kalia — *Potash*	11.6	10.4	13.7	18.5	20.8
Kalkkia — *Calcium*	5.5	6.6	6.2	5.6	5.1
Magneesiaa — *Magnesium*	3.3	3.6	3.9	3.0	2.7
Vihantakaura, turvemaa, 3 kenttää, 4 koesatoa *Green fodder of oats, peat soil, 3 fields, 4 harvests*					
Typpeä — *Nitrogen*	19.8	19.8	18.2	15.7	19.5
Fosforihappoa — *Phosphorus*	3.6	7.6	6.7	6.3	6.3
Kalia — *Potash*	13.0	9.3	12.7	16.1	20.6
Kalkkia — *Calcium*	5.0	6.9	5.5	5.2	4.3
Magneesiaa — *Magnesium*	4.8	6.9	5.6	5.0	4.4
Vihantaohra, turvemaa, 2 kenttää, 3 koesatoa *Green fodder of barley, peat soil, 2 fields, 3 harvests*					
Typpeä — *Nitrogen*	16.9	18.2	14.0	14.2	13.2
Fosforihappoa — *Phosphorus*	4.6	7.9	5.8	6.4	5.6
Kalia — *Potash*	14.0	11.0	14.0	16.9	18.2
Kalkkia — *Calcium*	4.7	6.9	4.3	4.2	4.0
Magneesiaa — *Magnesium*	3.3	4.9	3.5	3.3	2.9

Kauran sadoista tehtyjen kemiallisten analyysien tulokset esitetään taulukossa 32. Kun analyysejä on vain verraten harvoja, ei ole laskettu tilastollisia merkitsevyyksiä; samasta syystä esitetään multa- ja turvemaiden kokeista yhteiset keskiarvot. Kaurastakin saadut analyysiarvot ovat hyvin samantapaiset kuin on saatu aikaisemmin eri fosforimäärien kokeiden aineistosta, Salonen ja Tainio 1957. Voidaan panna merkille,

että erilaiset lannoitukset eivät juuri ole vaikuttaneet jyväsatojen kasvinravinnepitoisuuksiin, ja vaikutukset olkisatojen pitoisuuksiin ovat samantapaiset kuin nurmisatojen vastaaviin pitoisuuksiin.

Vielä harvempia analyysejä on ohran sadoista, taul. 33. Niissä voi nähdä samantapaisia piirteitä kuin kauran vastaavissa luvuissa.

Kevätvehnän sadoista ei tässä aineistossa ole lainkaan analyysejä. Rukiista on analyysit vain yhden koesadon oljista, taul. 34. Samaan taulukkoon on kerätty tiedot sekulin (ohra-kaura) jyvistä ja oljista, sekä vihantakauran ja vihantaohran sadoista tehdyistä muutamista analyyseistä. Nämä luvut eivät muuta sitä kuvaa, joka nurmen, kauran ja ohran satojen pitoisuuksien perusteella on muodostunut kalilannoituksen vaikutuksesta satojen kasvinravinnepitoisuuksiin.

9. Kalilannoituksen vaikutus maa-analyysissä saataviin arvoihin

Muutamaa harvaa poikkeusta lukuun ottamatta koekenttien maista on tehty tavanmukaiset analyysit kokeen alkaessa otetuista näytteistä. Niiden tulokset on mainittu yksityisten kokeiden esittelyssä taulukoissa 1, 6 ja 12. Eräistä kentistä on myöhemmin otettu koejäsenittäin uudet maanäytteet ja niistä on tehty samat analyysit. Taulukossa 35 esitetään näin saatu vertailu analyysiarvojen muuttumisesta aikana, joka on mainittu samassa taulukossa.

On huomattava, että maanäytteet näinä kahtena eri kertana on otettu melkoisesti toisistaan poikkeavasti. Kokeen alkaessa on otettu yksi ainoa koko 10 aarin kenttää edustava keskinäyte. Se on kylläkin otettu eri paikoista kenttää useana osaeränä, jotka sitten on yhdistetty. Myöhemmät, kokeen kestäessä tai sen loppuessa otetut maanäytteet on otettu kukin erikseen 50 m^2 ruudulta. Koejäsenittäin otettaessa on saman jäsenen 4 kertausruudun osanäytteet yhdistetty yhdeksi. Useassa tapauksessa on kokeiden hoitajan vaihtumisen vuoksi vielä eri henkilö ottanut nämä eri näytteet. Tällaiset syyt ovat voineet vaikuttaa siihen, että eräissä tapauksissa eri kertoina otetuista näytteistä on voitu analyyseissä saada paljonkin toisistaan poikkeavia arvoja. Myös vanhempien näytteiden pitempi säilytysaika on voinut vaikuttaa. Joka tapauksessa varmimmalla pohjalla on samalla kerralla eri koejäsenistä otettujen näytteiden vertailu.

Humuspitoisuudessa ja hehkutuskevennyksessä esiintyvät melkoiset vaihtelut johtunevat pelkästään sattumista.

pH-luvut on mitattu sekä vesi- että suolaliuoslietoksesta. Eri koejäsenten väliset erot pH-luvuissa ovat pienet, eikä niissä ilmene mitään sellaista, joka viittaisi siihen, että eri lannoitukset olisivat vaikuttaneet pH-lukuihin.

Taulukko 35. Maa-analyysiarvoja kokeen alkaessa ja myöhemmin
Table 35. Soil analysis data before the trials and later

	Koekenttiä *No. of fields*	1. ja 2. anal. ero vuosia *No. of years between analyses*	Anal. arvot kokeen alkaessa *Data before trial*	Analyysiarvot myöhemmin *Data later*				
				0	NP	NPK_1	NPK_2	NPK_3
Humuspitoisuus % — *Humus content %*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	4	7.0	9.9	9.1	9.5	8.6	9.5	9.1
Multamaat — *Humus soils*	2	7.0	24.2	22.5	22.4	26.6	31.8	24.1
Hehkutuskevennys % — *Loss of ignition %*								
Turvemaat — *Peat soils*	6	9.6	64.5	58.8	50.9	54.1	56.1	56.6
pH-luku, mitattu vesilietoksessa — *pH in water*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	4	8.0	5.71	6.06	5.97	6.04	5.98	5.86
Multamaat — *Humus soils*	3	11.7	5.44	5.40	5.47	5.38	5.36	5.35
Turvemaat — *Peat soils*	6	9.7	5.05	5.65	5.62	5.63	5.64	5.75
Keskimäärin — *Average*	13	9.6	5.34	5.72	5.69	5.70	5.68	5.69
pH-luku, mitattu 1 n. kaliumkloridilietoksessa — *pH in 1N KCl sol.*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	4	8.0	4.97	5.10	5.08	5.14	5.04	4.98
Multamaat — *Humus soils*	3	11.7	4.64	4.36	4.48	4.44	4.46	4.45
Turvemaat — *Peat soils*	6	9.7	4.28	4.46	4.44	4.46	4.46	4.53
Keskimäärin — *Average*	13	9.6	4.57	4.63	4.64	4.66	4.64	4.65
Vaihtuva kalkki, tn/ha kalsiumkarb. *Exchangeable calcium, as tn/ha calcium carbonate*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	4	8.0	17.3	12.9	9.9	11.9	9.9	10.8
Multamaat — *Humus soils*	3	11.7	10.1	12.3	13.5	13.9	12.8	12.9
Turvemaat — *Peat soils*	6	9.7	9.7	9.4	11.2	12.6	12.5	11.8
Keskimäärin — *Average*	13	9.6	12.0	12.0	12.0	12.6	11.8	11.8
Helposti liukenevaa fosf., kg/ha superf. *Readily soluble phosphorus, as kg/ha 18 % superphosphate*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	4	8.0	148	75	147	122	145	144
Multamaat — *Humus soils*	3	11.7	149	78	141	117	80	113
Turvemaat — *Peat soils*	6	9.7	204	93	223	177	210	140
Keskimäärin — *Average*	13	9.6	174	84	181	146	160	135
Vaihtuva kali, kg/ha 40 % kalis. *Exchangeable potassium, as kg/ha 40 % muriate of potash*								
Hietamaat — *Fine sand soils*	4	8.0	734	363	341	405	515	839
Multamaat — *Humus soils*	3	11.7	683	484	405	618	603	1 122
Turvemaat — *Peat soils*	6	9.7	493	371	362	404	462	621
Keskimäärin — *Average*	13	9.6	611	394	365	454	511	804

Vaihtuvan kalkin määrissä on vaihtelua, mutta se on aivan säännötöntä, joten sekään tuskin voi johtua koelannoituksista.

Helposti liukenevan fosforin määrissä eroittuu kokonaan lannoittamaton 0-koejäsen selvästi muista.

Vaihtuvan kalin määrissä näyttäisi olevan kovin vähän eroja, mutta parista kokeesta tehdyt ravinnetaselaskelmat, taul. 10 ja 17, osoittavat, ettei varsin suuria eroja voi odottaakaan, kun lannoituksesta ei ole jäänyt paljoakaan kalia käyttämättömänä maahan.

Tiivistelmä

Tutkimus koskee vuosittain annettujen eri kalimäärien, n. 50, 100 ja 150 kg/ha/v K_2O, vaikutusta satojen määrään ja ravinnepitoisuuteen Suomessa tavanomaisessa viljelyssä.

Selostus on laadittu vuosina 1932—59 käynnissä olleiden 63 eri kokeen 427 koesadon perusteella. Kokeita on ollut käynnissä eri puolilla maata hieta-, multa- ja turvemailla. Koekasveina on ollut nurmi ja kevätviljat. Nurmen osuus on ollut suurempi kuin meillä tavanomaisessa viljelyssä.

Yksityisissä kokeissa ja eri vuosina on voitu saada paljonkin toisistaan poikkeavia tuloksia, mutta yhtenäiset piirteet selvenevät, kun lasketaan keskiarvoja useasta kokeesta ja usealta vuodelta.

Eri kasvilajeista rehuyksikköinä laskettuna on nurmi antanut kalilannoituksella parhaat tulokset. Jos katsotaan pienimmän kalimäärän vaikutusta, vähenee vaikutus järjestyksessä kaura, ohra ja kevätvehnä. Suurempien kalimäärien vaikutuksessa on niin paljon vaihtelua, ettei järjestys ole selvä.

Eri maalajiryhmissä on pienimmän kalimäärän vaikutus ollut kohtalaisen hyvä ja hyvin sama sekä hieta- että multamailla, mutta turvemailla n. 2 kertaa suurempi. Kun kalimäärää lisätään, tulee eri maalajiryhmien erilainen suhtautuminen selvemmin esille: lisätty kali vaikuttaa hietamailla hyvin vähän, selvästi enemmän multamailla ja eniten turvemailla.

Koeaineistosta ei saatu esille selvää riippuvaisuutta maan kalipitoisuuden ja kalilannoituksen vaikutuksen välillä. Sen sijaan kalilannoituksen vaikutus riippui verraten selvästi ilman kalilannoitusta saatavasta satotasosta.

Aineiston mukaan on kalilannoituksen vaikutus ollut pohjoisempana hieman parempi kuin etelämpänä.

Kalilannoituksen vaikutuksessa ei todettu mitään selvää muutosta, kun kalilannoitusta jatkettiin vuodesta toiseen.

Varsinkin runsaammalla kalilannoituksella on selvä jälkivaikutus.

Kalilannoituksen vaikutus voi eri vuosina olla hyvinkin erilainen. Näyttää siltä, että kalilannoituksen vaikutus on paras sääsuhteiltaan suotuisina kasvukausina.

Kalilannoitus parantaa nurmien säilymistä tuotantokykyisinä. Se lisää selvästi apilan ja timotein määriä varsinkin vanhemmissa nurmissa. Samalla vähenee luonnonvaraisten kasvien osuus ainakin suhteellisesti, mutta vähenemistä voi ilmetä suorastaan kiloinakin.

Kalilannoituksella on paljon vaikutusta satotuotteiden kasvinravinnepitoisuuksiin. Se tulee näkyviin selvästi kasvullisissa osissa, heinissä ja oljissa, mutta tuskin siemensadoissa. Vaikutus on sitä selvempi, mitä suurempaa kalimäärää on käytetty. Kalilannoitus voi lisätä heinien (ja olkien) kalipitoisuutta hyvinkin paljon, mutta muiden aineiden, typen, fosforin, kalkin ja magneesian määriä se vähentää. Vaikutus typpeen näyttäisi kuitenkin olevan pieni. Varsinkin runsas kalilannoitus voi siten huonontaa heinä- ja olkisadon rehuarvoa.

Kalilannoituksella näyttää olevan verraten vähän vaikutusta maa-analyysissä saataviin arvoihin. Syynä siihen, etteivät kaliluvutkaan sanottavasti ole nousseet, on nähtävästi se, että sadot ottavat kalia sitä enemmän, mitä runsaampaa on lannoitus.

Kirjallisuutta

Agerberg, L. S. 1959. Växtnäringsämnenas inverkan på skördeprodukternas kvalitet. K. Lantbr. Högsk. och Statens Lantbr. försök. Statens Jordbruksförsök. Medd. Nr 100.

Barkoff, E. 1954. Beiträge zur kolorimetrischen Humusbestimmung im Boden. Maatal. tiet. aikak. 26: 198—210.

Bonnier, G. och Tedin, O. 1940. Biologisk variationsanalys. Stockholm.

Juusela, T. & Wäre, M. 1956. Suomen peltojen kuivatustila. Maa- ja vesiteknillisiä tutkimuksia 8.

Salonen, M. ja Tainio, A. 1956. Savimaan lannoitusta koskevia tutkimuksia. Valt. maatal. koetoim. julk. 146: 1—86.

—»— —»— 1957. Fosforilannoitusta koskevia tutkimuksia. Ibid. 164: 1—104.

Tuorila, P., Tainio, A. ja Teräsvuori, A. 1939. Suomen viljelysmaiden kalkitustarpeesta. Ibid. 104: 1—529.

Vuorinen, J. 1952. Koetilojen peltojen viljavuudesta. Agrogeol. julk. 59: 1—59.

Summary

Investigations on Potash Fertilization

Results of field trials with different rates of potash carried out in the years 1932—59

by

MARTTI SALONEN and AARNE TAINIO

Agricultural Research Centre,
Department of Agricultural Chemistry and Physics,
Tikkurila, Finland

In the years 1932 to 1959 a total of 63 field trials on potash fertilization were carried out in various parts of Finland, under the supervision of the Department of Agricultural Chemistry and Physics, Agricultural Research Centre. The total number of annual harvests investigated was 427, of which 76 % were from leys and 24 % from cereal crops.

The various experimental treatments were as follows:

0 = no fertilization

NP = annual basal application of nitrate and phosphate (usually 200 kg/ha nitrate of lime and 400 kg/ha 18 % or 19 % superphosphate)

NPK_1 = similar to the preceding treatment, but with an annual dressing of potash (in the years 1932—53 the amount was 120 kg/ha 40 % muriate of potash; in 1954—59, 100 kg/ha 50 % muriate of potash)

NPK_2 = similar to the preceding treatment, but with double the amount of potash

NPK_3 = similar to NPK_1, but with the potash application trebled.

With a few rare exceptions the basal dressings and the potash applications were all carried out annually.

In Fig. 1 data are presented concerning the latitude of the trial fields and the years in which the various trials were carried out, as well as the soil types of the trial fields. Clay soils are not represented in this particular series of experiments. The effect of potash fertilization on clay soils differs greatly from the effect on other soil types, and thus a special series of trials are now in progress in order to investigate the problems of potash fertilization on clay soils. In the present investigation only fine sand, humus, and peat soils are considered.

The unit commonly used in this paper to indicate crop yields is the Scandinavian food unit (f.u. or ry). One such food unit corresponds to the following amounts of fodder:

1 kg	barley, rye, or wheat grain	3.7 kg	barley straw
1.2 »	oat grain	4.0 »	oat »
2.5 »	hay	5.0 »	wheat or rye »

Parts I and II of the present paper contain data on the individual trials. Since such data is scarcely of wide general interest, the tables have not been translated. However, the texts of the figures have English translations.

The experimental results are discussed in Part III. Tables 23 to 26 present results obtained for the different crops with varying rates of potash fertilization on three soil types. The best response to the lowest potash application (K_1), calculated in terms of food units, was found on leys; oats gave the second best response, followed by barley and finally spring wheat. The effect of the heavier applications of potash, K_2 and K_3, was not as distinct as that of K_1. The response of barley to potash was, in particular, not consistent.

Table 27 shows the average combined results for all of the tested crops. The straw yield is also included, since in some instances the grain crop was harvested for green forage, and in other cases the grain failed to ripen. Table 27 serves mainly to show the differences in yields from potash applications on different soil types. In examining these results, however, the great predominance of ley trials should be taken into consideration.

Determinations of exchangeable potassium in the soil of the trial fields were made by the ammonium acetate method. Fig. 10 shows the amounts of exchangeable potassium, as well as the yield increases resulting from the smallest potash application K_1. It is difficult to determine any consistency between these values. According to partial regression calculations, the effect of the potash treatment was closely correlated to the yield level obtained by the NP basal application, but no relation either to the potassium content of the soil or to the clay fraction content could be determined.

Table 28 shows the effect of potash fertilization as related to the latitude of the trial fields in Finland. In order to make the trial material as consistent as possible, only results from leys on humus and peat soils have been included. The yields on untreated soil (0) show a clear decrease from south to north, but the corresponding differences are much less for the NP basal treatments. The effect of potash is such that the smallest application (K_1) gave a greater response in the north than in the south, whereas additional applications (K_2 and K_3) showed no difference that was related to the latitudinal position of the trial field.

The effect of continued potash fertilization is shown in Table 29, in which results from two successive 3-year periods are presented. The first period was that immediately at the beginning of the trial, and the second period was the one following. On sandy soils the yields from the NP basal treatment were higher in the second period than in the first. Thus the greater increases shown by potash applications in the second period, as compared to the first, are valid increases and not merely apparent ones caused by the decrease in the yield level of the NP treatment. On the other hand, on humus and peat soils the yields from the basal treatment was less in the second period than in the first. Therefore the observed increases from the first to the second period in the potash applications may possibly be only apparent yield increases. In general, however, it can be stated that the effect of potash fertilization does not decrease even when the fertilization is continued for many years.

Figures 4, 6, 8 and 9 present data on individual long-term trials in which potash applications were omitted for several years. It can be seen from the curves that potash fertilization has a residual effect.

Crop yields can vary considerably from year to year, and likewise the yield increases obtained by potash applications can show large annual variation. Figures 11 (fine sand soils) and 12 (humus and peat soils) show the total yields from the various fertilization treatments and the yield increases from potash application in different

years during the period 1932—59. The two curves are seen to be similar, indicating that the crop response caused by potash fertilization is greatest in favourable years and poorer in unfavourable years.

Figures 13, 14, and 15 show the yields of leys of different age after the various fertilization treatments. It is evident that fertilization in general, and potash fertilization in particular, keep the leys at a high level of productivity.

In the same figures (13—15) the botanical composition of the leys is indicated by various shadings representing kilograms and by the numerical figure representing percentage. The same data concerning botanical composition are also shown in Table 30, but here the leys are not separated according to age. Potash fertilization increased the proportion of clover and especially that of timothy, which was the principal herbage plant in the trial leys. On the other hand, the proportion of natural grasses (mainly tufted hair grass and common bent grass) was found to decrease as a result of potash fertilization. These results are most clearly seen in the percentage figures.

The effect of potash fertilization upon the plant nutrient contents in the trial crops is shown in Tables 31—34. Hay analyses (Table 31) make up the largest part of the investigated material. Potash fertilization has only a slight effect upon the nitrogen content of hay, but it appears that large applications of potash may reduce this content. In the case of phosphorus, there is definitely a decrease in this nutrient as a result of potash fertilization. The greatest effect, however, is that upon potassium. Increasing rates of potash added to the soil cause a distinct rise in the potassium content of the hay. The contents of calcium and magnesium were decreased by potash applications. The net effect of heavy potash fertilization upon forage crops is thus of doubtful value from the standpoint of the overall mineral content of the crop and its nutritional value.

Analyses of plant nutrients in other crops are few in number (Tables 32—34). Potash fertilization was found to have only a slight effect on the grain, whereas the response of the straw was similar to that of hay.

Table 35 presents data on soil analyses made before and after the fertilization trials. Since the soil samples were taken by different methods on the two occasions, the figures cannot be compared with accuracy. However, valid comparisons can be made between the data obtained later from the various trial treatments. It can be seen that the potash applications had no significant effect either on the pH or on the exchangeable calcium content of the soil. In the case of readily soluble phosphorus, the unfertilized treatment (0) differs considerably from the others. Differences are also seen in the content of exchangeable potassium in the soil. These differences in potassium appear to be small, but nutrient balance calculations made for certain of the trials show that the crop has taken up the applied potash in such amounts as to make impossible the accumulation of the latter in the soil.